रसायन-विज्ञान

द्वितीय भाग

लेखक-मंडल

डा० मोहन चंद्र पंत
श्री निखिल कुमार सान्याल
डा० कृष्ण चंद्र माथुर
डा० ब्रजेश दत्त आत्रेय
डा० सी० राधाकृष्णन

यूनेस्को सलाहकार

प्रो० एस० वी० बालेज़िन
डा० एल० वी० लेभचक
डा० वाई० आई० नाऊमव

रसायन-विज्ञान

द्वितीय भाग

माध्यमिक स्कूलों के लिए विज्ञान

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

प्राक्कथन

विज्ञान शिक्षा के क्षेत्र में इस समय एक उथलपुथल सी मची हुई है। विज्ञान तथा तकनीकी के क्षेत्र में हुए आधुनिक तीव्र परिवर्तनों के कारण हमारे लिए यह आवश्यक हो गया है कि हम भी अपने स्कूलों में गणित तथा विज्ञान के पाठ्यक्रम, पाठ्यपुस्तकों तथा शिक्षण-विधियों में आमूल परिवर्तन लाएँ। इस परिवर्तन की आवश्यकता आज संसार के सभी देशों को है। परन्तु यदि हम अपने देश को इस क्षेत्र में अन्य उन्नत देशों के समीप लाना चाहें तो इस परिवर्तन की आवश्यकता भारत के लिए और भी बहुत ही अनुपेक्षणीय है। जब तक हमारे स्कूल के छात्र अधिक और उन्नत विज्ञान की शिक्षा प्राप्त नहीं कर लेंगे, तब तक वे देश की उन्नति को तेजी से आगे बढ़ाने में सहायक नहीं हो सकते। अतः 10 या 11 वर्ष की स्कूली शिक्षा में इस काम को लागू करने के लिए यह आवश्यक है कि हम नवीन विधियों से विज्ञान शिक्षण के कार्यक्रम पर विचार करें। छात्रों में विज्ञान प्रवृत्ति को जागृत करने का आधार केवल मात्र तथ्यों को स्मरण रखना तथा उन्हें आवश्यकतानुसार दोहराना ही नहीं होना चाहिए वरन् वास्तविक धारणाओं तथा तर्कों को ठीक तरह से समझने से होना चाहिए।

सामान्य विज्ञान, दैनिक विज्ञान तथा किसी न किसी रूप में कुछ न कुछ विज्ञान का शिक्षण हमारे विद्यालयों में आजकल माध्यमिक स्तर पर हो रहा है किन्तु प्रायः सभी को यह अनुभव हो रहा है कि विज्ञान की यह शिक्षा भारत में अपर्याप्त है क्योंकि इससे भौतिकी, रसायन तथा जीव विज्ञान के मूल सिद्धांतों को समझने के लिए विद्यार्थियों में एक दृढ़ आधार नहीं बन पाता। शिक्षा आयोग (1964-66) के प्रेक्षण के अनुसार "पिछले 10 वर्षों से प्राथमिक स्तर पर सामान्य विज्ञान का शिक्षण विस्तृत रूप से अपनाया गया है, किन्तु इसे सफलता प्राप्त नहीं हुई क्योंकि इससे विज्ञान का सही रूप तथा आकार नहीं उभर पाया है और यह आधुनिक शिक्षण विधि के प्रतिकूल है। ऐसा अनुभव किया गया है कि विज्ञान-शिक्षण के विभिन्न शाखाओं को दृष्टि में रखना किशोर बालकों में वांछित वैज्ञानिक आधार प्रदान करने में अधिक प्रभावशाली होगा।"

यूनेस्को प्लानिंग मिशन ने सन् 1964 में भारतीय विद्यालयों में गणित तथा विज्ञान शिक्षा में वांछित सुधार लाने के लिए कुछ ऐसे ही सुझाव दिए थे। इन सुझावों के आधार पर राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान तथा प्रशिक्षण परिषद् के विज्ञान शिक्षा विभाग ने माध्यमिक स्तर पर विज्ञान तथा गणित शिक्षण की उन्नति के लिए एक योजना बनायी। इस योजना के अन्तर्गत माध्यमिक स्तर के लिए गणित तथा विज्ञान की शिक्षा अलग-अलग विषयों के रूप में प्रदान करने के लिए नये पाठ्यक्रम, पाठ्यपुस्तकें तथा शिक्षक प्रदर्शिकाएँ तथा पाठ्यक्रम प्रदर्शिकाएँ प्रकाशित की जा रही हैं। आशा की जाती है कि इस

पाठ्यक्रम के अनुसार जब विद्यार्थी माध्यमिक स्तर तक की पढ़ाई समाप्त कर लेंगे तब उनको विज्ञान के मूल सिद्धान्तों का वास्तविक ज्ञान तथा उसके उपयोगों की जानकारी प्राप्त होगी। स्कूल का यह शिक्षण स्तर तीन वर्षों का है। इस योजना के अंतर्गत तैयार की गयी सभी सामग्री को कुछ चुने हुए स्कूलों में प्रयोग किया जा रहा है। इससे प्राप्त अनुभव के आधार पर शिक्षण सामग्री को संशोधित किया जा रहा है और उसे समस्त देश के उपयोग के योग्य बनाया जा रहा है। इन पाठ्यपुस्तकों, शिक्षण प्रदर्शिकाओं तथा पाठ्यक्रमों प्रदर्शिकाओं के प्रथम भाग प्रकाशित हो चुके हैं और दिल्ली के कुछ चुने हुए स्कूलों में तथा देश के सारे केन्द्रीय स्कूलों में उनका प्रयोग हो रहा है। पाठ्य सामग्री की वर्तमान माला माध्यमिक स्तर के तीसरे वर्ष के लिए है। इस पाठ्यक्रम का आधार प्रायोगिक कार्य है और विज्ञान का ज्ञान अध्यापकों तथा छात्रों के प्रायोगिक क्रियाओं द्वारा किया जाता है। इस बात का विशेष ध्यान रखा गया है कि पाठ्य सामग्री में विज्ञान के सही और आधुनिक तथ्यों को उपस्थित किया जाए और उदाहरण भारतीय वातावरण से चुने जाएँ। इस परिषद् के सेन्ट्रल साइंस वर्कशाप ने प्रयोगशालाओं में काम आने वाले बहुत से उपकरणों तथा सामग्रियों की प्रतिकृतियां तैयार की हैं जिससे अध्यापकों को और अधिक उन्नत शिक्षण सामग्री उपलब्ध हो सके।

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान तथा प्रशिक्षण परिषद्, यूनेस्को के विशेषज्ञों की आभारी है जिन्होंने विज्ञान शिक्षा विभाग को इस योजना की सफलता में सहायता प्रदान की है। दिल्ली प्रशासन के शिक्षा निदेशक के प्रति भी यह संस्था आभारी है जिन्होंने दिल्ली के कतिपय चुने हुए विद्यालयों में पाठ्यक्रम संबंधी सामग्री के प्रयोग की सुविधा प्रदान की है। इन सामग्रियों में यथोचित संशोधन लाने के लिए अध्यापकों तथा विज्ञान शिक्षा में अभिरुचि रखने वाले अन्य लोगों से समालोचनाओं तथा सुझावों का यह परिषद् स्वागत करेगी।

शिव के० मित्रा

संयुक्त निदेशक

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान तथा प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली

विषय-सूची

अध्याय 1

अकार्बनिक यौगिकों की मुख्य श्रेणियाँ

तुम यह पढ़ चुके हो कि पदार्थ कई रूप में पाए जाते हैं। इनमें से कुछ सरल पदार्थ, कुछ यौगिक तथा कुछ दोनों के मिश्रण हो सकते हैं। कुछ पदार्थ प्राकृतिक रूप में पाए जाते हैं और कुछ कृत्रिम रूप से बनाए जाते हैं। कुछ पदार्थ ऐसे हैं जो जीवित वस्तुओं से प्राप्त होते हैं, जैसे तेल, बसा, शक्कर, मण्ड, लकड़ी तथा कोयला इत्यादि। इन पदार्थों को जैविक या **कार्बनिक पदार्थ** कहते हैं। इनके बारे में तुम आगे विस्तार से पढ़ोगे। ऐसे पदार्थ जो कि कार्बनिक नहीं हैं, **अकार्बनिक पदार्थ** कहलाते हैं। ये पदार्थ कई रूप में पाए जाते हैं, जैसे आक्साइड, एसिड, बेस और लवण।

इस अध्याय में तुम अकार्बनिक यौगिकों की मुख्य श्रेणियों के विषय में पढ़ोगे।

आक्साइड

तुम जानते हो कि आक्सीजन तथा दूसरे किसी तत्व से बने यौगिक को आक्साइड कहते हैं। बहुत-सी आक्साइड धातुओं और अधातुओं के आक्सीजन के साथ सीधे संयोजन से बनाई जाती हैं। कुछ आक्साइड जैसे, कार्बन डाइआक्साइड, सल्फ़र डाइआक्साइड और पानी प्रकृति में पाई जाती हैं।

सर्वप्रथम हम धातुओं की आक्साइडों का अध्ययन करेंगे।

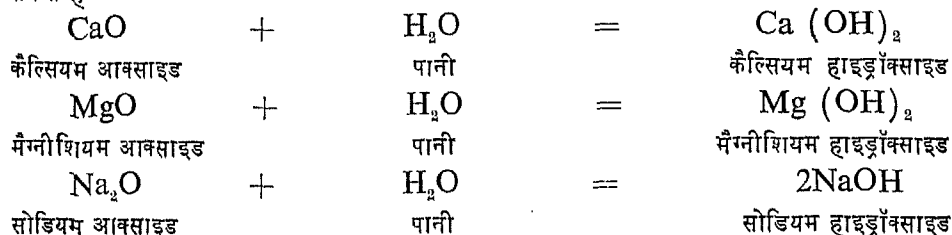
1. बेसिक आक्साइड (धात्विक आक्साइड)

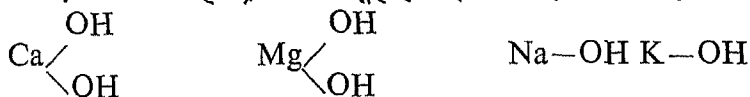
प्रयोग

एक सूखी परखनली में थोड़ी मात्रा में अनबुझा चूना (कैल्सियम आक्साइड) लो। उसकी अवस्था तथा रंग को ध्यान से देखो। उसके बाद परखनली में कुछ बूँद पानी डालो और देखो कि क्या होता है।

इस विलयन की कुछ बूँदें एक घड़िया में रखो और उसमें एक बूँद फ़िनौफ्थैलिन डालो। समझाओ कि क्या होता है।

इसी प्रयोग को मैग्नीशियम आक्साइड या सोडियम आक्साइड से भी दोहराया जा सकता है। इन रासायनिक परिवर्तनों को हम निम्नलिखित समीकरणों से प्रदर्शित कर सकते हैं :

CaO	+	H_2O	=	$Ca(OH)_2$
कैल्सियम आक्साइड		पानी		कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड
MgO	+	H_2O	=	$Mg(OH)_2$
मैग्नीशियम आक्साइड		पानी		मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड
Na_2O	+	H_2O	=	$2NaOH$
सोडियम आक्साइड		पानी		सोडियम हाइड्रॉक्साइड

ये सभी आक्साइड पानी के साथ मिलकर हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं जिनमें सामान्य रूप में एक या एक से अधिक **हाइड्रोक्सिल समूह** होते हैं। उदाहरण के लिए :

$$Ca\langle^{OH}_{OH} \qquad Mg\langle^{OH}_{OH} \qquad Na-OH \quad K-OH$$

प्रयोग

ऊपर के प्रयोग को कापर आक्साइड और आयरन आक्साइड अलग-अलग लेकर दोहराओ। देखो कि प्रत्येक में क्या परिवर्तन होता है।

सोडियम या मैग्नीशियम आक्साइड के विपरीत कापर और आयरन के आक्साइड पानी के साथ संयोजित होकर हाइड्रॉक्साइड नहीं बनाते।

प्रयोग

एक चीनी की प्याली में थोड़ा-सा मैग्नीशियम आक्साइड रखो। फिर सावधानी से उसमें 1-2 मि०लि० तनु सल्फ़्यूरिक एसिड डालो। देखो कि उसमें क्या परिवर्तन होता है।

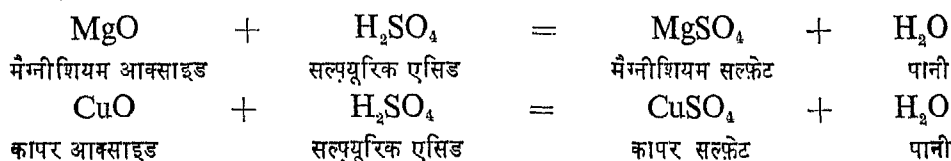
ड्रापर की सहायता से इस विलयन की एक बूँद लो और घड़िया पर वाष्पित करो। क्या कुछ अवशेष बचता है ?

प्रयोग

इस प्रयोग को 0·5 ग्राम कापर आक्साइड लेकर दोहराओ। क्या तनु सल्फ़्यूरिक एसिड में यह आक्साइड सरलता से घुल जाती है ? क्या उसके रंग में कोई परिवर्तन होता है ? प्याली को स्प्रिट लैम्प की लौ पर गरम करो और देखो कि क्या होता है।

इस विलयन की कुछ बूँदें एक प्याली में रखकर वाष्पित करो। इससे प्राप्त नीले रवों को देखो।

ऊपर के प्रयोगों में मैग्नीशियम आक्साइड तथा कापर आक्साइड तनु सल्फ़्यूरिक एसिड में घुलकर सल्फ़्यूरिक एसिड के लवण बनाते हैं जिनको **सल्फ़ेट** कहते हैं। इन क्रियाओं को हम निम्नलिखित समीकरणों द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं :

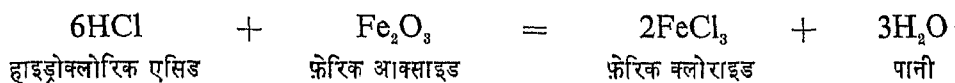
MgO	$+$	H_2SO_4	$=$	$MgSO_4$	$+$	H_2O
मैग्नीशियम आक्साइड		सल्फ़्यूरिक एसिड		मैग्नीशियम सल्फ़ेट		पानी
CuO	$+$	H_2SO_4	$=$	$CuSO_4$	$+$	H_2O
कापर आक्साइड		सल्फ़्यूरिक एसिड		कापर सल्फ़ेट		पानी

हम एक दूसरे प्रयोग से भी धातुओं के आक्साइड और अम्लों के बीच क्रिया का अध्ययन कर सकते हैं।

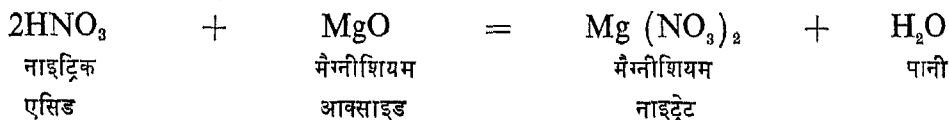
प्रयोग

एक चीनी की प्याली में थोड़ा-सा फ़ैरिक आक्साइड लो। सावधानी से इसमें कुछ मि० लि० तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड मिलाओ। देखो कि क्या होता है। इस विलयन की एक बूँद को घड़िया पर वाष्पित करो। क्या कुछ अवशेष बचता है? अब चीनी की प्याली में बचे हुए पदार्थ को गरम करो और देखो क्या होता है।

प्राप्त विलयन की कुछ बूँदों को घड़िया पर वाष्पित करो और देखो कि किस रंग के रवे प्राप्त होते हैं।

इस क्रिया को हम निम्नलिखित समीकरण से प्रदर्शित कर सकते हैं :

$6HCl$	$+$	Fe_2O_3	$=$	$2FeCl_3$	$+$	$3H_2O$
हाइड्रोक्लोरिक एसिड		फ़ेरिक आक्साइड		फ़ेरिक क्लोराइड		पानी

इस प्रकार मैग्नीशियम आक्साइड (MgO) और नाइट्रिक एसिड की प्रतिक्रिया से मैग्नीशियम नाइट्रेट का रंगहीन विलयन प्राप्त होता है। इसे हम निम्नलिखित समीकरण से प्रदर्शित कर सकते हैं :

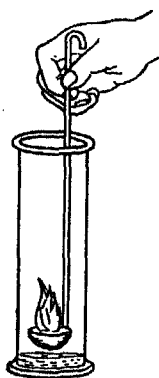
$2HNO_3$	$+$	MgO	$=$	$Mg(NO_3)_2$	$+$	H_2O
नाइट्रिक एसिड		मैग्नीशियम आक्साइड		मैग्नीशियम नाइट्रेट		पानी

इस प्रकार तुमने देखा कि धातुओं के आक्साइड, एसिड के साथ प्रतिक्रिया कर, लवण तथा पानी बनाते हैं और कुछ धातुओं के आक्साइड पानी के साथ संयोजित होकर हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं।

आक्साइड जो एसिड के साथ क्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं, बेसिक आक्साइड कहलाते हैं।

बेसिक आक्साइड के उदाहरण सोडियम आक्साइड, पोटाशियम आक्साइड, कैल्सियम आक्साइड, (अनबुझा चूना), बेरियम आक्साइड, मैग्नीशियम आक्साइड, कापर आक्साइड, आयरन आक्साइड इत्यादि हैं। **बेसिक आक्साइड केवल धातुओं से प्राप्त होते हैं। वे बेस के साथ प्रतिक्रिया नहीं करते हैं।**

कुछ बेसिक आक्साइड जैसे, सोडियम आक्साइड, कैल्सियम आक्साइड, मैग्नीशियम आक्साइड, पानी से संयुक्त हो कर हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं।

यदि किसी धातु के दो आक्साइड बनते हों तो जिस आक्साइड में धातु की संयोजकता कम होती है उसके नाम के आगे **'अस'** लगा दिया जाता है और जिस आक्साइड में धातु की संयोजकता अधिक होती है उसके नाम के आगे **'इक'** लगा दिया जाता है। उदाहरण के लिए—

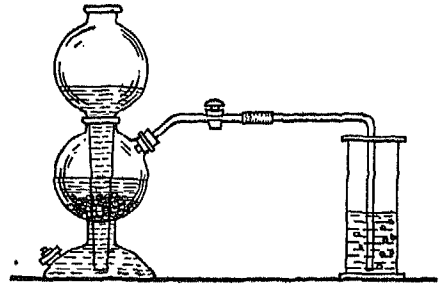
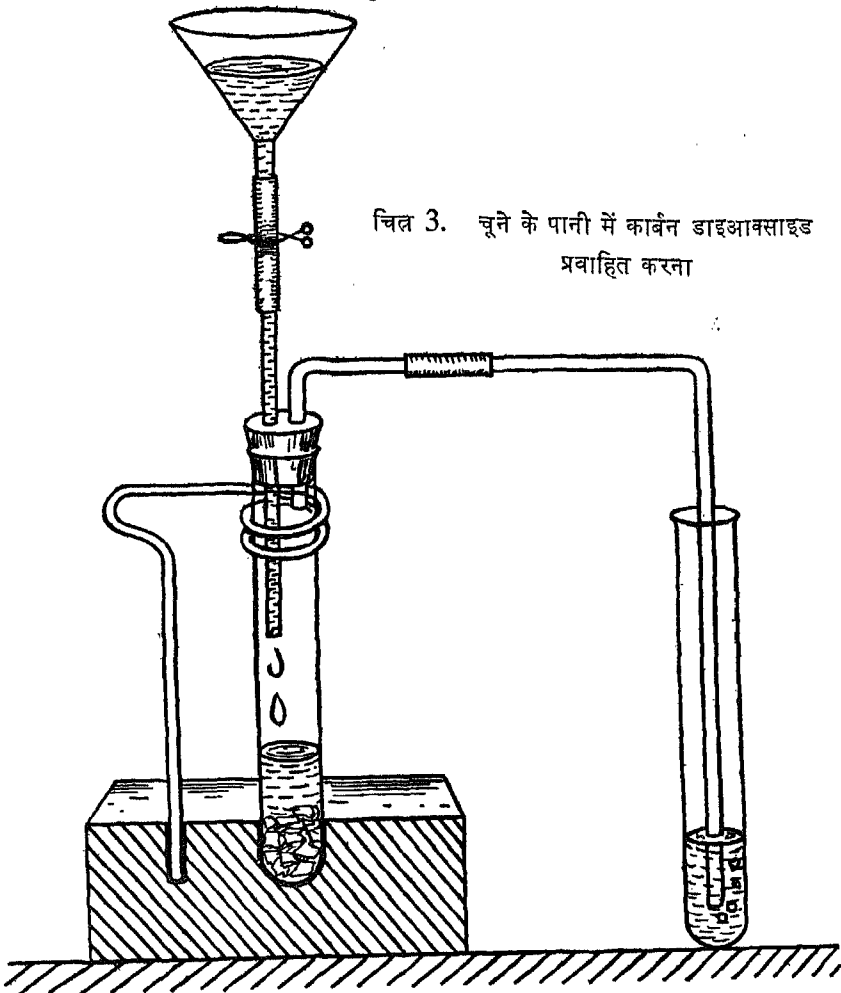
Cu_2O	क्यूप्रस आक्साइड में धातु की संयोजकता		1
CuO	क्यूप्रिक आक्साइड	,,	2
FeO	फ़ेरस आक्साइड	,,	2
Fe_2O_3	फ़ेरिक आक्साइड	,,	3

चित्र 1. हवा (आक्सीजन) में गंधक का जलना

2. अम्लीय आक्साइड (अधात्विक आक्साइड)

प्रयोग

एक उद्दहन चम्मच लो। उसके तार पर दफ़्ती का एक ढक्कन लगा दो। गंधक की थोड़ी मात्रा इसमें लेकर जलाओ (चित्र 1)। सावधानी से इस चम्मच को एक गैसजार में डालो जिसमें कुछ बूंद पानी की पड़ी हुई हों। गैसजार को ढक्कन से बंद कर दो। जब गंधक बुझ जाए तो चम्मच को निकाल कर गैसजार को ढकने से ढक दो और उसे हिलाओ। इसके बाद उसमें लिटमस के विलयन की दो बूंद डालो। देखो कि क्या होता है?

यह प्रयोग गंधक के स्थान पर कार्बन (कोयला) या फ़ास्फ़ोरस का उपयोग करके भी दोहराया जा सकता है।

चित्र 2.
कार्बन डाइआक्साइड की अविराम धारा प्राप्त करने का उपकरण

चित्र 3. चूने के पानी में कार्बन डाइआक्साइड प्रवाहित करना

प्रदर्शन

अविराम धारा में कार्बन डाइआक्साइड प्राप्त करने के लिए चित्र 2 की तरह उपकरण सजाओ। एक चौड़ी परखनली मे चूने का पानी लो और उसमें एक बूंद फ़िनौफ्थैलीन डालो। इसका रंग कैसा है ?

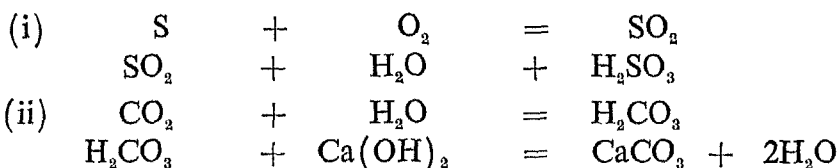
अब इस चूने के पानी में धीमी रफ़्तार में कार्बन डाइआक्साइड की धारा प्रवाहित करो (चित्र 2 तथा 3)। ध्यान से देखो कि रंग में कोई परिवर्तन हुआ या नहीं। इस परिवर्तन को तुम कैसे समझा सकते हो ?

प्रतिक्रिया निम्नलिखित समीकरणों द्वारा समझाई जा सकती है :

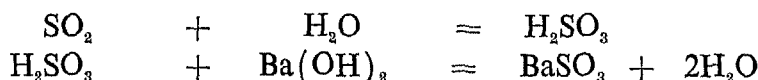
(i) $S + O_2 = SO_2$

$SO_2 + H_2O + H_2SO_3$

(ii) $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

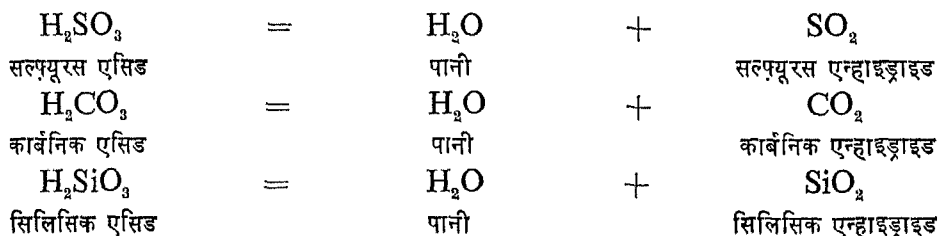
$H_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 + 2H_2O$

यह प्रयोग किसी दूसरी अम्लीय (ऐसिडिक) आक्साइड जैसे SO_2 या P_2O_5 और किसी दूसरे बेस जैसे, $Ba(OH)_2$ के साथ भी दोहराया जा सकता है। इन क्रियाओं को हम निम्नलिखित समीकरणों द्वारा लिख सकते हैं :

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

$$H_2SO_3 + Ba(OH)_2 = BaSO_3 + 2H_2O$$

इस प्रकार हम देखते हैं कि अधात्विक आक्साइड पानी से मिलकर एसिड बनाती हैं, और बेस के साथ क्रिया करके लवण तथा पानी बनाती हैं।

आक्साइड जो बेस के साथ क्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं, अम्लीय आक्साइड कहलाते हैं।

अम्लीय आक्साइड को **एसिड एन्हाइड्राइड** भी कहते हैं क्योंकि एसिड से पानी के तत्वों को निकालने से ये प्राप्त होते हैं।

H_2SO_3	=	H_2O	+	SO_2
सल्फ़्यूरस एसिड		पानी		सल्फ़्यूरस एन्हाइड्राइड
H_2CO_3	=	H_2O	+	CO_2
कार्बनिक एसिड		पानी		कार्बनिक एन्हाइड्राइड
H_2SiO_3	=	H_2O	+	SiO_2
सिलिसिक एसिड		पानी		सिलिसिक एन्हाइड्राइड

यद्यपि अम्लीय आक्साइड अधिकतर अधात्विक तत्वों से प्राप्त होती है, परंतु कुछ धातु भी अम्लीय आक्साइड बनाते हैं। ऐसी दशा में बेसिक आक्साइड की अपेक्षा अम्लीय

आक्साइड में धातु की संयोजकता अधिक होती है। उदाहरण के लिए—

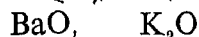
Cr_2O_3	—	क्रोमस आक्साइड (बेसिक—संयोजकता 3)
CrO_3	—	क्रोमिक एन्हाइड्राइड (अम्लीय—संयोजकता 6)
MnO	—	मैंगनस आक्साइड (बेसिक—संयोजकता 2)
Mn_2O_7	—	परमैंगनिक एन्हाइड्राइड (अम्लीय—संयोजकता 7)

एन्हाइड्राइड का नाम उनसे प्राप्त एसिड नाम के आधार पर रखा जाता है। उदाहरण के लिए—

CO_2	—	कार्बनिक एन्हाइड्राइड	H_2CO_3	—	कार्बनिक एसिड
SO_2	—	सल्फ़्यूरस ,,	H_2SO_3	—	सल्फ़्यूरस ,,
SO_3	—	सल्फ़्यूरिक ,,	H_2SO_4	—	सल्फ़्यूरिक ,,
P_2O_5	—	फ़ास्फ़ोरिक ,,	H_3PO_4	—	फ़ास्फ़ोरिक ,,
N_2O_5	—	नाइट्रिक ,,	HNO_3	—	नाइट्रिक ,,
SiO_2	—	सिलिसिक ,,	H_2SiO_3	—	सिलिसिक ,,

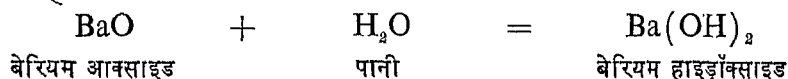
प्रश्न

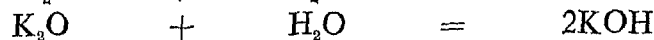
1. बेसिक आक्साइड क्या है? चार बेसिक आक्साइड के सूत्र और उनमें उपस्थित तत्वों की संयोजकता लिखो?
2. अम्लीय आक्साइड किन्हें कहते हैं? चार अम्लीय आक्साइड के सूत्र लिखो।
3. सिलिसिक एसिड (H_2SiO_3) तथा फ़ास्फ़ोरिक एसिड के एन्हाइड्राइड के सूत्र लिखो।
4. निम्नलिखित आक्साइडों के हाइड्रॉक्साइड के सूत्र लिखो :

   BaO, K_2O

3. बेसिक आक्साइड के रासायनिक गुण

(क) बेसिक आक्साइड तथा पानी की क्रिया (जलयोजन या हाइड्रेशन की क्रिया)

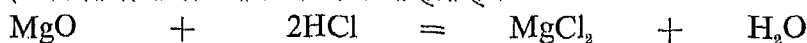
तुम जानते हो कि कुछ बेसिक आक्साइड पानी से प्रतिक्रिया करके **विलेय बेस** (एल्कली) बनाते हैं। तुम यह भी पढ़ चुके हो कि अनबुझे चूने पर पानी की क्रिया के फलस्वरूप बुझा हुआ चूना बनता है। इस प्रकार पदार्थों के पानी के साथ संयोजन की क्रिया को **हाइड्रेशन** या **जलयोजन** कहते हैं। बेरियम आक्साइड भी इसी प्रकार हाइड्रेशन की क्रिया करता है।

$$\underset{\text{बेरियम आक्साइड}}{BaO} + \underset{\text{पानी}}{H_2O} = \underset{\text{बेरियम हाइड्रॉक्साइड}}{Ba(OH)_2}$$

इसी प्रकार सोडियम आक्साइड तथा पोटाशियम आक्साइड भी पानी के साथ क्रिया कर विलेय बेस बनाते हैं।

$$Na_2O + H_2O = 2NaOH$$
$$K_2O + H_2O = 2KOH$$

बहुत से बेसिक आक्साइड पानी में अविलेय हैं और उससे क्रिया नहीं करते, जैसे कापर आक्साइड (CuO) और आयरन आक्साइड (FeO तथा Fe_2O_3)।

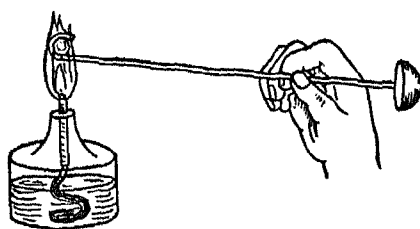
(ख) बेसिक आक्साइड तथा एसिड की क्रिया

जब मैग्नीशियम आक्साइड, हाइड्रोक्लोरिक एसिड से प्रतिक्रिया करता है तो पानी तथा मैग्नीशियम क्लोराइड लवण प्राप्त होता है। इसी तरह सल्फ़्यूरिक एसिड में आयरन आक्साइड की क्रिया से पानी तथा लवण प्राप्त होते हैं।

$$MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$$
$$FeO + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2O$$

बेसिक आक्साइड + एसिड = लवण + पानी

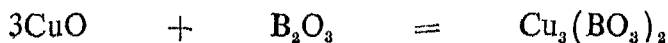
एसिड के साथ क्रिया करना बेसिक आक्साइड का एक मुख्य गुण है। विलेय तथा अविलेय दोनों प्रकार के बेसिक आक्साइड एसिड के साथ प्रतिक्रिया करते हैं।

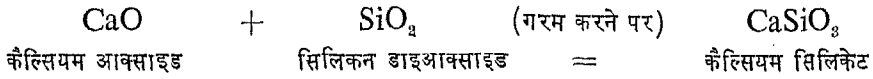
(ग) बेसिक तथा एसिडिक आक्साइड के संयोजन की क्रिया

प्रदर्शन

चित्र 4. लौ पर गोली को गरम करना

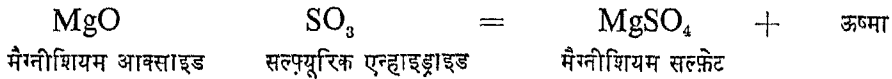
प्लेटिनम के तार के सिरे को मोड़कर एक फंदा बनाओ। इसे तनु हाड्रोक्लोरिक एसिड में डुबोकर साफ़ करो। अब इसे पानी से धोकर गरम करके सुखाओ। फंदे में थोड़ी-सी बोरन आक्साइड (B_2O_3) लेकर स्प्रिट लैम्प की लौ पर तब तक गरम करो जब तक कि उसमें एक स्वच्छ गोली न बन जाए। इस गरम गोली पर थोड़ा सा क्यूप्रिक आक्साइड लगाओ और उसे फिर लौ पर तेज़ गरम करो (चित्र 4)। देखो कि तार पर क्या कोई नया पदार्थ बनता है?

बेसिक कापर आक्साइड तथा एसिडिक बोरन आक्साइड की क्रिया से एक रंगीन लवण प्राप्त होता है जिसको हम निम्नलिखित समीकरण से लिख सकते हैं:

$$3CuO + B_2O_3 = Cu_3(BO_3)_2$$

अनबुझा चूना (CaO) और बालू या सिलिका (SiO_2) भी आपस में गरम करने पर क्रिया करते हैं और काँच की तरह का एक लवण कैल्सियम सिलिकेट प्राप्त होता है।

CaO	+	SiO_2	(गरम करने पर)	$CaSiO_3$
कैल्सियम आक्साइड		सिलिकन डाइआक्साइड	=	कैल्सियम सिलिकेट

काँच के बनाने में इस क्रिया का उपयोग होता है।

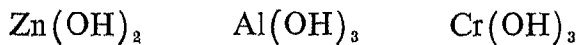
इसी प्रकार मैग्नीशियम आक्साइड तथा ठोस सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड की क्रिया से मैग्नीशियम सल्फ़ेट बनता है। इस क्रिया में बहुत ऊष्मा पैदा होती है।

MgO	SO_3	=	$MgSO_4$	+	ऊष्मा
मैग्नीशियम आक्साइड	सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड		मैग्नीशियम सल्फ़ेट		

एसिडिक आक्साइड (अम्लों का एन्हाइड्राइड) से क्रिया करके लवण बनाना बेसिक आक्साइड का एक प्रमुख गुण है।

प्रश्न

1. कैल्सियम आक्साइड के जलयोजन की क्रिया का समीकरण और प्राप्त पदार्थों के नाम लिखो।
2. 280 कि० ग्रा० CaO के साथ संपूर्ण क्रिया के लिए कितने कि० ग्रा० पानी की आवश्यकता होगी ?

   (उत्तर : 90 कि० ग्रा०)
3. बताओ कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं या नहीं :
   (क) फ़ेरस आक्साइड की अपेक्षा फ़ेरिक आक्साइड में आक्सीजन की प्रतिशत मात्रा अधिक है।
   (ख) फ़ेरस आक्साइड में फ़ेरिक आक्साइड की अपेक्षा लोहे की प्रतिशत मात्रा कम होती है।
   (ग) क्यूप्रिक आक्साइड में क्यूप्रस आक्साइड की अपेक्षा आक्सीजन की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है।
   (घ) क्यूप्रस आक्साइड की अपेक्षा क्यूप्रिक आक्साइड में ताँबे की प्रतिशत मात्रा कम होती है।
4. निम्नलिखित बेसों को निर्जल करने पर क्या प्राप्त होता है ? इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।

   $Zn(OH)_2$ $Al(OH)_3$ $Cr(OH)_3$

5. 40 ग्राम फ़ेरिक आक्साइड पर नाइट्रिक एसिड की क्रिया से कितना लवण प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 90 ग्राम)

6. बेरियम आक्साइड और नाइट्रिक एसिड की क्रिया से 52·2 ग्रा० बेरियम नाइट्रेट प्राप्त हुआ । नाइट्रिक एसिड की कितनी मात्रा ली गई ?

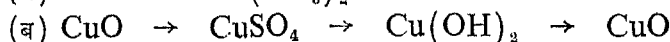
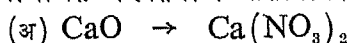
(उत्तर : 30·6 ग्राम)

7. निम्नलिखित यौगिक कैसे प्राप्त होते हैं ? इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।

BaO, ZnO, CuO

8. निम्नलिखित परिवर्तनों के रासायनिक समीकरण लिखो :

(अ) $CaO \rightarrow Ca(NO_3)_2$

(ब) $CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO$

9. निम्नलिखित पदार्थों में होने वाली क्रियाओं के समीकरण लिखो :

(अ) सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड तथा फ़ेरस आक्साइड ।

(ब) फ़ास्फ़ोरिक एन्हाइड्राइड तथा मैग्नीशियम आक्साइड ।

4. अम्लीय आक्साइड के रासायनिक गुण

(क) अम्लीय आक्साइड की पानी के साथ क्रिया (जलयोजन की क्रिया)

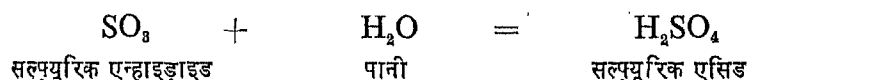
तुम पढ़ चुके हो कि कार्बन डाइआक्साइड, सल्फ़्यूरस एन्हाइड्राइड (सल्फ़र डाइआक्साइड), सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड (सल्फ़र ट्राइआक्साइड) और फ़ास्फ़ोरिक एन्हाइड्राइड (फ़ास्फ़ोरस पेंटाक्साइड) पानी में घुलकर विभिन्न एसिड बनाते हैं । यह भी जलयोजन की क्रिया के उदाहरण हैं । इनको हम निम्नलिखित समीकरणों के द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं :

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

कार्बोनिक एन्हाइड्राइड + पानी = कार्बनिक एसिड (कार्बोनिक डाइआक्साइड का हाइड्रेट)

$$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$$

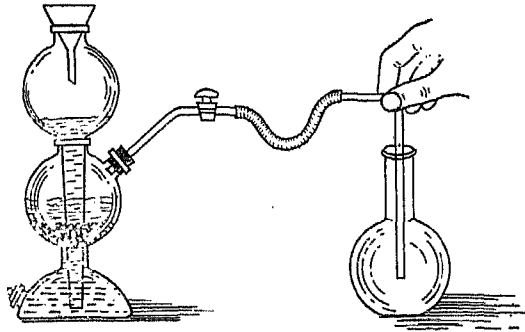
सल्फ़्यूरस एन्हाइड्राइड + पानी = सल्फ़्यूरस एसिड (सल्फ़र डाइआक्साइड का हाइड्रेट)

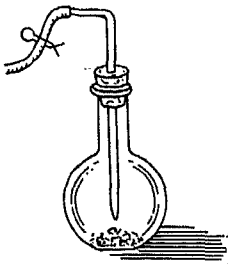
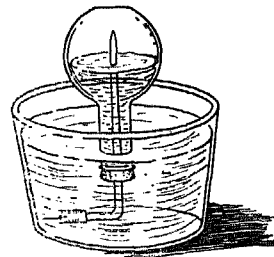
$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड + पानी = सल्फ़्यूरिक एसिड (सल्फ़र डाइआक्साइड का हाइड्रेट)

यद्यपि बहुत सी अम्लीय आक्साइडों में जलयोजन की क्रिया होती है, किन्तु सिलिका (सिलिसिक एन्हाइड्राइड) में इस प्रकार की क्रिया नहीं होती। अतः जलयोजन की क्रिया से सिलिसिक एसिड (H_2SiO_3) नहीं प्राप्त किया जा सकता।

(ख) अम्लीय आक्साइड की बेस के साथ क्रिया

प्रदर्शन

गोल पेंदी वाले एक फ़्लास्क में कार्बन डाइआक्साइड गैस भर लो (चित्र 5) यह निश्चित कर लो कि फ़्लास्क कार्बन डाइआक्साइड से पूरा भरा हुआ है। चावल के दाने के बराबर कास्टिक सोडा के दो तीन टुकड़े काटकर उस

चित्र 5. फ़्लास्क में कार्बन डाइआक्साइड भरना

फ़्लास्क में डालो और उसे एक ऐसी रबड़ की डाट से बंद करो जिसमें एक मुड़ी हुई काँच की नली लगी हो। इस नली का भीतरी सिरा जेट नुमा हो तथा बाहरी ओर सिरे पर एक पिंच काक लगी हो (चित्र 6)।

चित्र 6. पिंच काक द्वारा बंद कार्बन डाइआक्साइड का फ़्लास्क

चित्र 7 पानी के नीचे पिंच काक खोलना

डाट को लगाने से पहले पिंच काक को बंद कर लो।

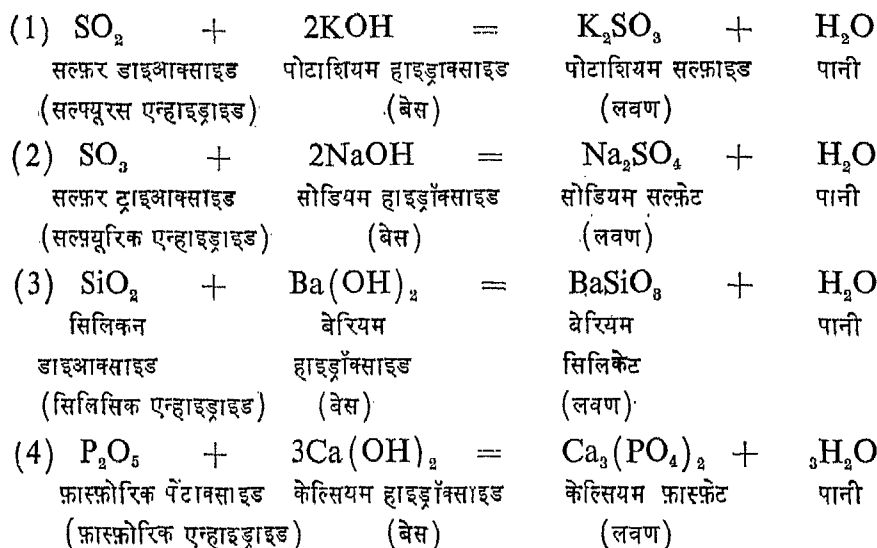
फ़्लास्क की दीवार तथा कास्टिक सोडा के दानों को ध्यान से देखो। फ़्लास्क की पेंदी को भी छू कर अनुभव करो।

अब पानी से भरे एक नाँद पर फ़्लास्क को उलट कर रखो और पिंच काक को पानी के नीचे डुबो कर खोल दो (चित्र 7)। देखो कि क्या होता है और उसे समझाओ।

कार्बोनिक एन्हाइड्राइड ने, जो कि एक गैसीय अम्लीय आक्साइड है, कास्टिक सोडा के साथ क्रिया की। इसको हम निम्नलिखित समीकरण से प्रदर्शित कर सकते हैं :

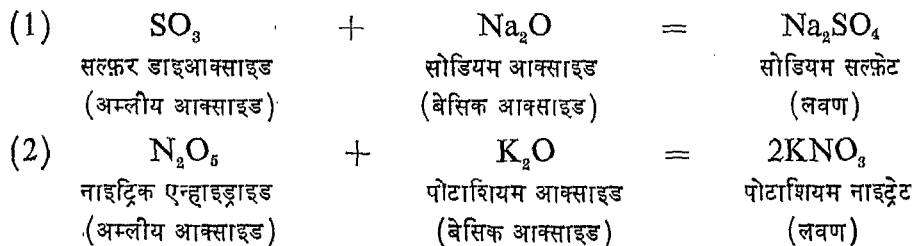
$2NaOH$	+	CO_2	=	Na_2CO_3	+	H_2O
बेस (सोडियम हाइड्रॉक्साइड)		एन्हाइड्राइड (कार्बोनिक)		लवण (सोडियम कार्बोनेट)		पानी

इसी प्रकार भिन्न-भिन्न एसिड एन्हाइड्राइड, बेस या एल्कली के साथ क्रिया करके विभिन्न लवण बनाते हैं, जैसे—

(1)	SO_2	+	$2KOH$	=	K_2SO_3	+	H_2O
	सल्फ़र डाइआक्साइड (सल्फ्यूरस एन्हाइड्राइड)		पोटाशियम हाइड्राक्साइड (बेस)		पोटाशियम सल्फ़ाइड (लवण)		पानी
(2)	SO_3	+	$2NaOH$	=	Na_2SO_4	+	H_2O
	सल्फ़र ट्राइआक्साइड (सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड)		सोडियम हाइड्रॉक्साइड (बेस)		सोडियम सल्फ़ेट (लवण)		पानी
(3)	SiO_2	+	$Ba(OH)_2$	=	$BaSiO_3$	+	H_2O
	सिलिकन डाइआक्साइड (सिलिसिक एन्हाइड्राइड)		बेरियम हाइड्रॉक्साइड (बेस)		बेरियम सिलिकेट (लवण)		पानी
(4)	P_2O_5	+	$3Ca(OH)_2$	=	$Ca_3(PO_4)_2$	+	$_3H_2O$
	फ़ास्फ़ोरिक पेंटाक्साइड (फ़ास्फ़ोरिक एन्हाइड्राइड)		केल्सियम हाइड्रॉक्साइड (बेस)		केल्सियम फ़ास्फ़ेट (लवण)		पानी

बेस के साथ क्रिया करना अम्लीय आक्साइडों का एक मुख्य गुण है। इस क्रिया से एक **लवण तथा पानी** उत्पन्न होता है। विभिन्न लवण बनाने में इस प्रकार की क्रियाओं का उपयोग होता है।

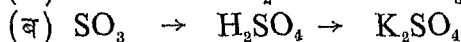
(ग) अम्लीय आक्साइड की बेसिक आक्साइड से क्रिया

ऐसी क्रियाओं के बारे में तुम पहले ही पढ़ चुके हो। उदाहरण के लिए सल्फ़र ट्राइआक्साइड या नाइट्रोजन पेंटाक्साइड, पोटाशियम आक्साइड के साथ सीधे ही क्रिया करके लवण बनाते हैं, जैसे—

(1)	SO_3 सल्फ़र डाइआक्साइड (अम्लीय आक्साइड)	+	Na_2O सोडियम आक्साइड (बेसिक आक्साइड)	=	Na_2SO_4 सोडियम सल्फ़ेट (लवण)
(2)	N_2O_5 नाइट्रिक एन्हाइड्राइड (अम्लीय आक्साइड)	+	K_2O पोटाशियम आक्साइड (बेसिक आक्साइड)	=	$2KNO_3$ पोटाशियम नाइट्रेट (लवण)

प्रश्न

1. निम्नलिखित रासायनिक परिवर्तनों के समीकरण लिखो :

   (अ) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow BaCO_3$

   (ब) $SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4$

2. निम्नलिखित अम्लों के एन्हाइड्राइड के सूत्र लिखो :

   (अ) नाइट्रिक (ब) सल्फ्यूरिक

   (स) फ़ास्फ़ोरिक (द) सल्फ्यूरस

3. अम्लीय आक्साइड का प्रमुख रासायनिक गुण क्या है ? इस गुण के उदाहरण को समीकरण के रूप में रखो।

4. अम्लीय आक्साइड के जल-योजन से क्या पदार्थ बनता है ? अपने उत्तर को समीकरणों के साथ समझाओ।

5. फ़ास्फ़ोरिक एसिड से निम्नलिखित पदार्थों को कैसे प्राप्त कर सकते हो ?

   $Ba_3(PO_4)_2$ $AlPO_4$ $Cu_3(PO_4)_2$

6. 120 कि० ग्रा० कास्टिक सोडा पर कार्बोनिक एन्हाइड्राइड की क्रिया से कितना कि० ग्रा० लवण प्राप्त होगा ?

   (उत्तर : 159 कि० ग्रा०)

7. 40 क्विंटल सल्फ्यूरिक एन्हाइड्राइड से कितने क्विंटल सल्फ्यूरिक एसिड प्राप्त होगा ?

   (उत्तर : 49 क्विंटल)

(8) निम्नलिखित आक्साइडों के आगे खाली स्थान पर लिखो कि ये अम्लीय आक्साइड हैं या बेसिक आक्साइड :

(क) BaO ______
(ख) P_2O_5 ______
(ग) SO_3 ______
(घ) CO_2 ______
(च) CO ______
(छ) H_2O ______

अपने उत्तर की जाँच कैसे करोगे ?

प्रायोगिक कार्य (1)

बेसिक आक्साइडों की अम्लों से क्रिया

कापर आक्साइड तथा तनु सल्फ़्यूरिक एसिड की क्रिया से नीला थोथा (कापर सल्फ़ेट) बनाना।

आवश्यक उपकरण

स्प्रिट लैम्प, छल्ले सहित धातु का स्टैंड, चीनी मिट्टी का त्रिकोण, एसबेस्टस लगी जाली, चम्मच, चीनी की प्याली, बीकर, फ़नल तथा फ़िल्टर काग़ज़ ।

अभिकर्मक

कापर आक्साइड तथा तनु सल्फ़्यूरिक एसिड ।

कार्यविधि

चीनी की प्याली में आधी परखनली तनु सल्फ़्यूरिक एसिड डालो। प्याली को एस-बेस्टस लगी जाली पर रख कर गरम करो और थोड़ा-थोड़ा करके कापर आक्साइड इसमें डालो। जब तक पहले का कापर आक्साइड घुल न जाए तब तक और कापर आक्साइड मत डालो। देखो कि कुछ अविलेय कापर आक्साइड बची हुई है या नहीं।

फ़नल को स्टैंड पर रखो और उसमें तह किया हुआ फ़िल्टर काग़ज़ रख कर उसे पानी से भिगो दो। गरम विलयन को अविलेय कापर आक्साइड से अलग करने के लिए बीकर में छान लो। स्वच्छ विलयन का एक भाग चीनी की प्याली में डालो। प्याली को उल्टी फ़नल से ढक दो। अब विलयन को वाष्पित करके कापर सल्फ़ेट के रवे प्राप्त कर लो।

शेष विलयन को एक खाली बोतल में डालकर उस पर 'कापर सल्फ़ेट विलयन' का लेबल चिपका दो। रवों को सोख्ता काग़ज़ या फ़िल्टर काग़ज़ की तहों में सुखा कर एक चौड़े मुँह वाली बोतल में रखो और फिर उस पर '$CuSO_4$ $5H_2O$' लेबल चिपका दो।

सब उपकरणों को तथा अपनी काम करने वाली मेज़ को साफ़ करो। अपने प्रायोगिक कार्य का विवरण लिखो।

एसिड

यह तुम जानते हो कि एसिड ऐसे यौगिक हैं, जो नीले लिटमस के रंग को लाल कर देते हैं और जिनके अणु में हाइड्रोजन का परमाणु एक अम्लीय रेडिकल से संयुक्त होता है। ये बेस के साथ उदासीनीकरण की क्रिया करते हैं तथा लवण और पानी बनाते हैं।

इस प्रमुख श्रेणी के यौगिकों के बारे में कुछ और अध्ययन हम अब करेंगे।

5. अम्लों के रासायनिक गुण

(क) इंडिकेटर पर एसिड की क्रिया

प्रयोग

चार परखनलियों में अलग-अलग 2-3 मि० लि० तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड, सल्फ़्यूरिक एसिड, नाइट्रिक एसिड और फ़ास्फ़ोरिक एसिड लो। प्रत्येक परख-नली में बैंजनी रंग के लिटमस का दो बूँद घोल डालो। प्रत्येक में जो परिवर्तन होता है उसे देखो।

ऊपर के प्रयोग को लिटमस के स्थान पर मिथाइल औरेन्ज के विलयन का उपयोग करके दोहराओ और निरीक्षण करो।

अब फ़िनौफ्थैलिन को इंडिकेटर लेकर फिर ऊपर के प्रयोग को दोहराओ। इस दशा में तुम क्या देखते हो?

अपने निरीक्षणों को निम्नलिखित तालिका के अनुसार अपनी कापी में दर्ज करो :

एसिड	इंडिकेटर के रंग में परिवर्तन		
	लिटमस	मिथाइल औरेन्ज	फ़िनौफ्थैलिन
सल्फ़्यूरिक			
हाइड्रोक्लोरिक			
नाइट्रिक			
फ़ास्फ़ोरिक			

विभिन्न इंडिकेटरों पर एसिडों का प्रभाव अलग-अलग होता है। लिटमस का बैंजनी रंग लाल हो जाता है। मिथाइल औरेन्ज का नारंगी रंग एसिड की क्रिया से लाल हो जाता है। परंतु यह लाल रंग लिटमस के लाल रंग से कुछ भिन्न होता है। रंगहीन फ़िनौ-फ्थैलिन पर एसिड की क्रिया से कोई परिवर्तन नहीं होता है।

टिप्पणी

एसिड तथा अम्लों को गरम करते समय इस खंड के अंत में दी हुई सावधानियाँ बरतनी चाहिए।

(ख) धातुओं से अम्लों की क्रिया

प्रयोग

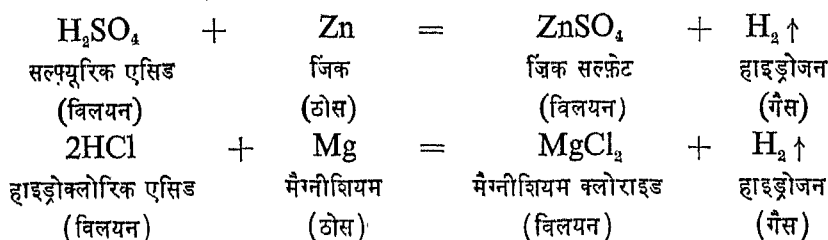
एक परखनली में 2 मि० लि० तनु सल्फ़्यूरिक एसिड लो और उसमें ज़िंक का एक दाना डालो। निकास नली के मुँह को ध्यान से बंद करो (चित्र 8)। निकास नली के सिरे के पास एक जलती हुई दियासलाई की तीली को लाओ और देखो कि उस पर क्या प्रभाव होता है। जब क्रिया समाप्त हो जाए विलयन को निथार लो और फ़िल्टरित द्रव का कुछ बूँदों को एक घड़िया पर वाष्पित करो। तुम क्या देखते हो? क्या कुछ अवशेष बचता है? यह कैसा है?

सल्फ़्यूरिक एसिड के स्थान पर हाइड्रोक्लोरिक एसिड लेकर तथा ज़िंक के स्थान पर मैग्नीशियम लेकर इस प्रयोग को दोहराओ। निकली हुई गैस की जाँच करो। क्रिया के समीकरण को लिखो।

ये दोनों क्रियाएँ किस प्रकार की हैं?

चित्र 8. परखनली में हाइड्रोजन बनाना

ऊपर के प्रयोग से यह स्पष्ट है कि ज़िंक तथा मैग्नीशियम के साथ अम्ल की क्रिया के फलस्वरूप हाइड्रोजन गैस निकलती है और लवण प्राप्त होते हैं। क्रियाओं को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिखा सकते हैं :

H_2SO_4	+	Zn	=	$ZnSO_4$	+	$H_2\uparrow$
सल्फ़्यूरिक एसिड (विलयन)		ज़िंक (ठोस)		ज़िंक सल्फ़ेट (विलयन)		हाइड्रोजन (गैस)
$2HCl$	+	Mg	=	$MgCl_2$	+	$H_2\uparrow$
हाइड्रोक्लोरिक एसिड (विलयन)		मैग्नीशियम (ठोस)		मैग्नीशियम क्लोराइड (विलयन)		हाइड्रोजन (गैस)

इसी प्रकार एल्यूमिनियम, लोहा तथा अन्य धातु अम्लों के साथ क्रिया करके लवण तथा हाइड्रोजन बनाते हैं।

इन क्रियाओं को हम **विस्थापन क्रिया** कहते हैं क्योंकि अम्लों के अणुओं से, हाइड्रोजन परमाणुओं का विस्थापन धातु के परमाणुओं द्वारा होता है।

क्या सभी धातु हाइड्रोक्लोरिक और सल्फ़्यूरिक एसिड से इसी प्रकार क्रिया करते हैं और लवण तथा हाइड्रोजन बनाते हैं ? आओ इसको हम इस प्रयोग द्वारा मालूम करें :

प्रयोग

दो परखनली में लगभग 2 मि० लि० तनु सल्फ़्यूरिक एसिड तथा तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड अलग-अलग लो। दोनों में कुछ ताँबे की छीलन डालो। देखो कि दोनों परखनलियों में क्या क्रिया होती है।

क्या गैस के बुलबुले निकलते हैं ? यदि कोई गैस निकलती है तो निकास नली के सिरे पर उसे जलाने का प्रयत्न करो। तुम क्या देखते हो ? क्या दोनों परखनलियों में ज्वलनशील गैस पैदा होती है ?

तुम देख सकते हो कि इन अवस्थाओं में तनु सल्फ़्यूरिक एसिड या तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से ताँबा क्रिया नहीं करता। और इससे हाइड्रोजन गैस भी नहीं निकलती है जैसा कि पहले ज़िंक, मैग्नीशियम या कुछ और धातुओं में देख चुके हो। रासायनिकों ने प्रयोगों से यह अनुभव किया है कि इस प्रकार की परिस्थितियों में पारा, चाँदी, सोना तथा प्लेटिनम भी ताँबे की तरह व्यवहार करते हैं।

आओ देखें कि नाइट्रिक एसिड से कापर की क्या क्रिया होती है।

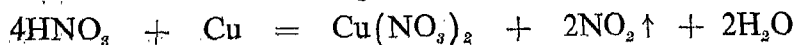
प्रयोग

एक परख नली में दो-तीन मि० लि० नाइट्रिक एसिड लो और उसमें कुछ ताँबे के छीलन डालो। परखनली में विलयन के रंग को देखो और यदि कोई गैस निकलती है तो उसके रंग को देखो। निकलती हुई गैस को सुलगती हुई तीली से जाँच करो कि यह जलती है या नहीं।

बची हुई विलयन की कुछ बूँदों को वाष्पित करो। जो अवशेष प्राप्त हो उसके रंग तथा आकार को देखो।

इस दशा में हाइड्रोजन गैस के स्थान पर एक गाढ़े लाल रंग की गैस नाइट्रोजन डाइ-आक्साइड निकलती है। हरे रंग के विलयन में एक लवण कापर नाइट्रेट है, जो वाष्पन करने पर हरे रंग के रवेदार ठोस के रूप में प्राप्त होता है।

क्रिया निम्नलिखित समीकरण के अनुसार होती है :

$$4HNO_3 + Cu = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

अन्य धातुओं से इसी प्रकार के प्रयोग से यह देखा गया है कि नाइट्रिक एसिड लगभग सभी धातुओं से क्रिया करता है परंतु हाइड्रोजन गैस नहीं निकलती है। उसके स्थान पर नाइट्रोजन के विभिन्न गैसीय आक्साइड प्राप्त होते हैं।

(ग) धातुओं के आक्साइड के साथ एसिड की क्रिया

प्रयोग

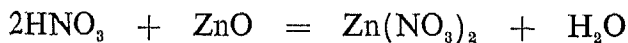
तीन परखनलियों में अलग-अलग लगभग 3 मि० लि० हाइड्रोक्लोरिक एसिड लो। तीन दूसरी परखनलियों में इसी प्रकार सल्फ़्यूरिक एसिड लो। प्रत्येक एसिड में एक-एक चुटकी मैग्नीशियम आक्साइड, कापर आक्साइड तथा सोडियम आक्साइड की अलग-अलग डालो। प्रत्येक दशा में देखो कि क्या परिवर्तन होता है। यदि आवश्यक हो तो परखनली को थोड़ा गरम करो। प्रत्येक परखनली से लगभग ·5 मि० लि० स्वच्छ विलयन लेकर वाष्पित करो। देखो कि प्रत्येक दशा में क्या प्राप्त होता है।

अपनी कापी में निम्नलिखित तालिका बनाकर उसमें निरीक्षणों को दर्ज करो।

एसिड	MgO मैग्नीशियम आक्साइड	CuO कापर आक्साइड	Fe_2O_3 फ़ेरिक आक्साइड
HCl H_2SO_4			

इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।

जैसा कि तुम खंड 3 में पढ़ चुके हो, धातुओं के आक्साइडों से अम्ल क्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं। इसी प्रकार अम्ल तथा धातुओं के आक्साइड, दोनों का प्रमुख रासायनिक गुण लवण तथा पानी बनाना है। किसी विशेष को लवण बनाने के लिए हमें उचित एसिड तथा धातु का आक्साइड चुनना पड़ता है जो आपस में क्रिया करते हैं। उदाहरण के लिए नाइट्रिक एसिड में ज़िंक आक्साइड को घोलकर हम ज़िंक नाइट्रेट प्राप्त कर सकते हैं।

$$2HNO_3 + ZnO = Zn(NO_3)_2 + H_2O$$

(घ) एसिड की बेसों के साथ क्रिया (उदासीनीकरण)

तुम पहले ही पढ़ चुके हो कि उदासीनीकरण की क्रिया से लवण तथा पानी प्राप्त होता है।

प्रयोग

एक बीकर में सल्फ़्यूरिक एसिड का विलयन लो। उसमें फ़िनौफ्थैलीन की दो बूँद डालो। अब एक ड्रापर के द्वारा एल्कली (कास्टिक सोडा) का विलयन

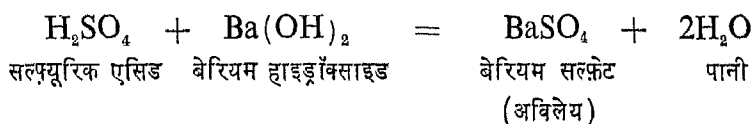
पहले थोड़ी-थोड़ी मात्रा में डालो और फिर बूँद-बूँद करके डालो। यह क्रिया तब तक करो जब तक कि एक बूँद डालने से विलयन का रंग गुलाबी न हो जाए। अब इस विलयन की कुछ बूँदें एक घड़िया पर रखकर सावधानी से वाष्पित करो। देखो कि घड़िया में क्या अवशेष बचता है। इस क्रिया का समीकरण लिखो।

प्रयोग

सोडियम हाइड्रॉक्साइड के स्थान पर बेरियम हाइड्रॉक्साइड लेकर ऊपर के प्रयोग को दोहराओ। देखो कि क्या इसमें भी अवशेष बचता है।

इस प्रयोग में एक लवण बनता है जो अविलेय तलछट के रूप में बच जाता है।

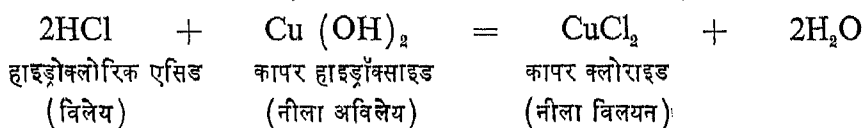
$$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 + 2H_2O$$

सल्फ़्यूरिक एसिड — बेरियम हाइड्रॉक्साइड — बेरियम सल्फ़ेट (अविलेय) — पानी

अब तक हमने एसिड की क्रिया विलेय बेस के साथ देखा है। आओ हम एसिड के साथ किसी अविलेय बेस (कापर हाइड्रॉक्साइड) की क्रिया देखें।

प्रदर्शन

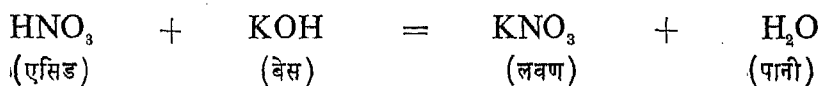
एक परखनली में थोड़ा कापर हाइड्रॉक्साइड लो। उसमें सावधानी से इतना हाइड्रोक्लोरिक एसिड डालो कि कापर हाइड्रॉक्साइड एसिड में घुलकर एक नीले रंग का विलयन बना ले। इस विलयन का कुछ भाग वाष्पित करो। कापर क्लोराइड ($CuCl_2$) के रूप में अवशेष बचता है।

$$2HCl + Cu\ (OH)_2 = CuCl_2 + 2H_2O$$

हाइड्रोक्लोरिक एसिड (विलेय) — कापर हाइड्रॉक्साइड (नीला अविलेय) — कापर क्लोराइड (नीला विलयन)

एसिड तथा बेस की क्रिया से लवण तथा पानी के बनने को **उदासीनीकरण की क्रिया** कहते हैं। दूसरे एसिड तथा बेस में भी इसी प्रकार की क्रिया होती हैं।

उदासीनीकरण की क्रिया के उदाहरणों से हम यह देख सकते हैं कि इसमें एसिड अणु के हाइड्रोजन तथा बेस अणु के हाइड्रॉक्सिल संयुक्त होकर पानी के अणु बनाते हैं। उदाहरण के रूप में हम ले सकते हैं—

$$HNO_3 + KOH = KNO_3 + H_2O$$

(एसिड) — (बेस) — (लवण) — (पानी)

(ड) एसिड तथा लवण की क्रिया—उभय अपघटन क्रिया

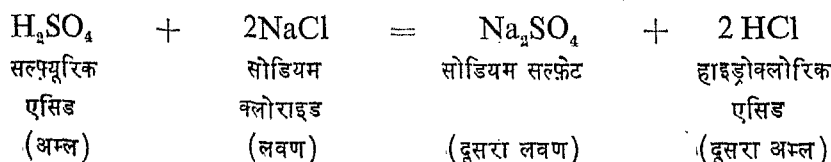
आओ अब देखें कि लवण तथा एसिड की क्रिया से क्या होता है।

प्रयोग

एक सूखी परखनली में थोड़ा सोडियम क्लोराइड लो और उसमें सावधानी से 1 मि० लि० सांद्र सल्फ़्यूरिक एसिड डालो। परखनली को गरम करो और देखो कि क्या कोई तेज़ गंध का धुँआ निकलता है? एक काँच की छड़ को एमोनिया में डुबोकर उसके गीले सिरे को परखनली के मुँह के पास लाओ। तुम क्या देखते हो?

काँच की छड़ को धोओ, फिर एमोनिया में डुबोकर सांद्र हाइड्रोक्लोरिक एसिड की बोतल के मुँह के पास लाओ। क्या इन दोनों में कोई समानता दिखाई पड़ती है?

इस क्रिया को हम निम्नलिखित समीकरण से दिखा सकते हैं:

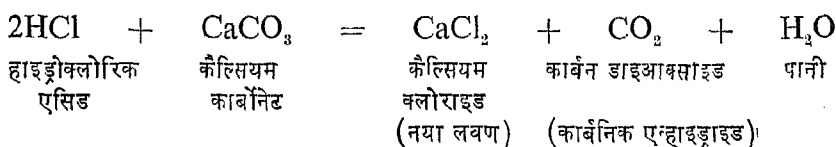
H_2SO_4	+	$2NaCl$	=	Na_2SO_4	+	$2HCl$
सल्फ़्यूरिक एसिड (अम्ल)		सोडियम क्लोराइड (लवण)		सोडियम सल्फ़ेट (दूसरा लवण)		हाइड्रोक्लोरिक एसिड (दूसरा अम्ल)

प्रयोग

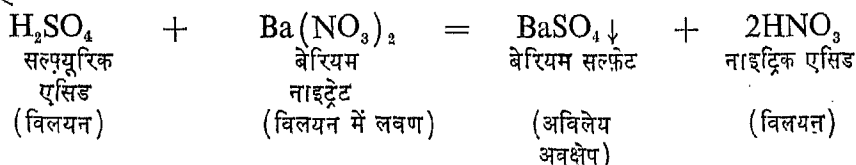
एक सूखी परखनली में थोड़ा कैल्सियम कार्बोनेट लो और उसमें 2 मि० लि० पानी मिलाओ। क्या यह घुल जाता है? अब सावधानी से 2 मि० लि० तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड मिलाओ और देखो कि क्या होता है। परखनली के मुँह के पास एक जलती हुई तीली लाओ और ध्यान रखो कि तीली परखनली को न छुए। लौ पर तीली का क्या प्रभाव पड़ता है?

अब एक काँच की नली में एक बूँद चूने का पानी लेकर परखनली के मुँह के पास लाओ। चूने के पानी पर क्या प्रभाव पड़ता है?

क्या परखनली में अवशेष बचता है? क्या यह विलयन स्वच्छ है? इस विलयन की कुछ बूँदों को वाष्पित करो। इससे तुम क्या नतीजा निकालते हो?

इस क्रिया में अविलेय कैल्सियम कार्बोनेट, हाइड्रोक्लोरिक एसिड में घुलकर कैल्सियम क्लोराइड लवण तथा कार्बोनिक एसिड (एक नया एसिड) बनाता है। यह विघटित होकर कार्बन डाइआक्साइड गैस बनाता है जो कार्बोनिक एसिड का एन्हाइड्राइड है।

$2HCl$	+	$CaCO_3$	=	$CaCl_2$	+	CO_2	+	H_2O
हाइड्रोक्लोरिक एसिड		कैल्सियम कार्बोनेट		कैल्सियम क्लोराइड (नया लवण)		कार्बन डाइआक्साइड (कार्बनिक एन्हाइड्राइड)		पानी

इसी प्रकार बेरियम नाइट्रेट पर सल्फ्यूरिक एसिड की क्रिया से नाइट्रिक एसिड तथा एक अविलेय अवक्षेप बेरियम सल्फ़ेट प्राप्त होता है। इसे हम निम्नलिखित प्रकार से लिख सकते हैं :

H_2SO_4	+	$Ba(NO_3)_2$	=	$BaSO_4\downarrow$	+	$2HNO_3$
सल्फ्यूरिक एसिड (विलयन)		बेरियम नाइट्रेट (विलयन में लवण)		बेरियम सल्फ़ेट (अविलेय अवक्षेप)		नाइट्रिक एसिड (विलयन)

उपर्युक्त उदाहरणों में एसिड की क्रिया आक्साइड, बेस तथा लवणों के साथ हुई जिसके परिणाम स्वरूप दो नए यौगिक प्राप्त हुए। इस प्रकार की रासायनिक क्रियाओं को **उभय अपघटन की क्रिया** कहते हैं। इन क्रियाओं में दोनों यौगिकों के अणुओं के भाग आपस में स्थानांतरित हो जाते हैं। सल्फ्यूरिक एसिड और बेरियम हाइड्रॉक्साइड की क्रिया उभय अपघटन का एक उदाहरण है। इसमें एसिड के अणुओं का हाइड्रोजन तथा बेस के अणुओं का बेरियम का आपस में स्थानांतरण हो जाता है। साथ ही साथ हाइड्रॉक्सिल समूह $(-OH)$ तथा एसिड रेडिकल $(=SO_4)$ का स्थानांतरण हो जाता है।

(च) अम्लों की क्षारकता—अम्लों का संघटन—आक्सी तथा नॉनआक्सी-अम्ल

धातु, आक्साइड, बेस तथा लवणों के साथ अम्लों की क्रिया से यह स्पष्ट होता है कि इन क्रियाओं में एसिड अणुओं के हाइड्रोजन का विस्थापन धातु के परमाणुओं से होता है। विभिन्न अम्लों के अणुओं से हाइड्रोजन के परमाणुओं की संख्या, जिनका विस्थापन हो सकता है, समान नहीं होती। नीचे की तालिका में कुछ एसिड के सूत्र हैं। इनको ध्यान से देखो।

एसिड	विस्थापित हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या	एसिड रेडिकल	क्षारकता
HCl	1	$-(Cl)$	एकक्षारकी
HI	1	$-(I)$	,,
HNO_3	1	$-(NO_3)$	,,
H_2S	2	$=(S)$	द्विक्षारकी
H_2SO_4	2	$=(SO_4)$	,,
H_2CO_3	2	$=(CO_3)$	,,
H_2PO_4	3	$\equiv(PO_4)$	त्रिक्षारकी

इस तालिका से यह स्पष्ट है कि HCl तथा HNO_3 में एक हाइड्रोजन परमाणु का विस्थापन धातु के परमाणु से हो सकता है और इन अम्लों को **एकक्षारकी** कहते हैं। इसी प्रकार H_2SO_4 तथा H_2CO_3 में यह संभव है कि इनके प्रत्येक अणु से दो हाइड्रोजन परमाणु का विस्थापन हो। इन अम्लों को **द्विक्षारकी** कहते हैं। इसी आधार पर H_3PO_4 को हम **त्रिक्षारकी** अम्ल कहते हैं।

किसी अम्ल के अणु से अधिक से अधिक हाइड्रोजन के परमाणुओं की संख्या जिनका विस्थापन किसी धातु के परमाणुओं से हो सके, उस अम्ल की क्षारकता कहलाता है।

क्षारकता अम्ल के एसिड रेडिकल की संयोजकता के समान होती है (तालिका में देखो)।

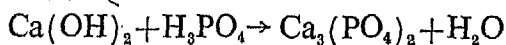
सल्फ़्यूरिक, नाइट्रिक तथा फ़ास्फ़ोरिक एसिड के अणुओं में हाइड्रोजन के परमाणु एसिड रेडिकल से संयुक्त हैं। इन अणुओं में आक्सीजन तथा किसी धातु के परमाणु हैं। इन अम्लों को आक्सी-एसिड कहते हैं। इनके अतिरिक्त और भी बहुत से आक्सी-एसिड हैं। हाइड्रोक्लोरिक एसिड के अणुओं में हाइड्रोजन के परमाणु केवल क्लोरीन से संयुक्त हैं। इस एसिड का रेडिकल 'क्लोराइड' है। इसमें आक्सीजन नहीं होती। इसलिए हाइड्रोक्लोरिक एसिड को एक नान-आक्सी-एसिड कहते हैं। हाइड्रोजन सल्फ़ाइड (H_2S) भी इसी प्रकार का एसिड है। यह हाइड्रोजन सल्फ़ाइड गैस का पानी में विलयन होता है। इसका रेडिकल 'सल्फ़ाइड' कहलाता है।

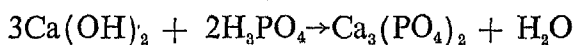
इस प्रकार प्रत्येक एसिड (आक्सी-एसिड तथा नान-आक्सी-एसिड) के अणुओं में हाइड्रोजन किसी एसिड रेडिकल के साथ संयुक्त होती है। अतः एसिड की नई परिभाषा हम इस प्रकार दे सकते हैं :

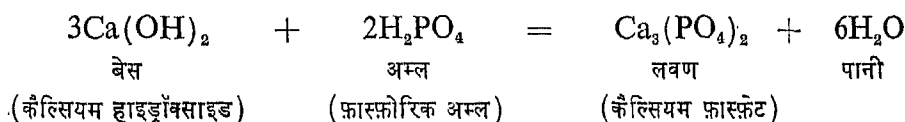
एसिड ऐसे यौगिक हैं जिनके अणुओं में हाइड्रोजन के परमाणु होते हैं, और जिनका विस्थापन या स्थानांतरण धातु के परमाणु से हो सकता है।

समीकरण का संतुलन करना

उदासीनीकरण की क्रिया के समीकरण लिखनें के लिए यह आवश्यक है कि हम पहले पदार्थों के सूत्र लिखें और समीकरण के दोनों ओर फिर विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर करें। तब यह समीकरण पदार्थ की अविनाशिता के नियम के अनुसार सही होगा। उदाहरण के लिए फ़ास्फ़ोरिक एसिड तथा कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड की क्रिया से कैल्सियम फ़ास्फ़ेट प्राप्त होता है। इसका सूत्र $Ca_3(PO_4)_2$ है, क्योंकि कैल्सियम द्विसंयोजक तथा फ़ास्फ़ोरिक रेडिकल (PO_4) त्रिसंयोजक है। इस क्रिया को हम इस प्रकार लिख सकते हैं :

$$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

इसमें क्रिया के दोनों ओर विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर नहीं दिखाई गई है। (रासायनिक क्रिया का इस प्रकार प्रदर्शन असंतुलित समीकरण कहलाता है) कैल्सियम फ़ास्फ़ेट के अणु में कैल्सियम के तीन परमाणु तथा फ़ास्फ़ेट रेडिकल उपस्थित हैं। क्योंकि फ़ास्फ़ोरिक एसिड के अणु में केवल एक ही फ़ास्फ़ेट रेडिकल और बेस के प्रत्येक अणु में कैल्सियम का एक ही परमाणु उपस्थित है, इसलिए इस लवण के एक अणु के बनने में बेस के तीन अणुओं तथा एसिड के दो अणुओं की आवश्यकता होगी। इसलिए इस क्रिया को हम निम्नलिखित प्रकार से लिख सकते हैं :

$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

समीकरण के दाहिनी ओर पानी के अणुओं की संख्या बाईं ओर के हाइड्रॉक्सिल समूह की संख्या के बराबर होनी चाहिए, क्योंकि इन्हीं से पानी प्राप्त होता है। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के तीन अणुओं के 6 हाइड्रॉक्सिल समूहों से पानी के 6 अणु प्राप्त होंगे। इसलिए सही समीकरण लिखने के लिए पानी के सूत्र के सामने गुणांक 6 लिखना आवश्यक होगा। अब इस प्रतिक्रिया के सही समीकरण को हम निम्नलिखित रूप में लिख सकते हैं :

$3Ca(OH)_2$	+	$2H_2PO_4$	=	$Ca_3(PO_4)_2$	+	$6H_2O$
बेस		अम्ल		लवण		पानी
(कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड)		(फ़ास्फ़ोरिक अम्ल)		(कैल्सियम फ़ास्फ़ेट)		

अब हमारा समीकरण **संतुलित** हो गया।

अम्लों के उपयोग

औद्योगिक कार्यों में अम्लों के बहुत से उपयोग होते हैं। देश की आर्थिक व्यवस्था में इनका बहुत ही महत्त्वपूर्ण स्थान है। सल्फ्यूरिक एसिड अम्लों में सबसे अधिक महत्वपूर्ण है और इसका अधिकांश भाग रासायनिक खाद बनाने में उपयोग होता है। सल्फ्यूरिक एसिड से और भी बहुत से अम्ल तथा लवण बनाए जाते हैं। रेयन तथा कृत्रिम रेशों, फिटकरी, विस्फोटक पदार्थ, दवाओं तथा कृत्रिम रंगों के बनाने में तथा पेट्रोलियम के शोधन में भी इसका उपयोग होता है। नाइट्रिक एसिड का उपयोग खाद बनाने तथा कृत्रिम रेशों, रंग और विस्फोटक पदार्थ बनाने में होता है। हाइड्रोक्लोरिक एसिड का उपयोग विभिन्न लवणों के बनाने में होता है।

प्रश्न

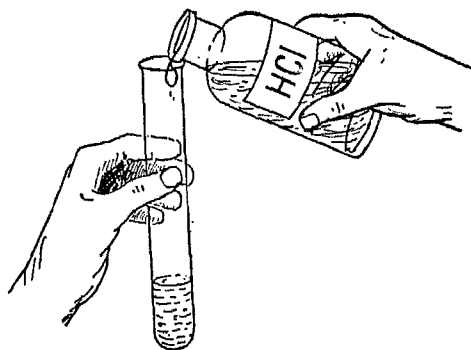
1. तीन परखनलियाँ तथा तीन रंगहीन द्रव दिए गए हैं। इनमें से एक अम्लीय, दूसरा क्षारीय तथा तीसरा उदासीन है। कैसे पुष्टि करोगे कि कौन-सा द्रव क्या है ?

2. निम्नलिखित पदार्थों की प्रतिक्रिया के समीकरण लिखो :
   (अ) कैल्सियम आक्साइड तथा फ़ास्फ़ोरिक अम्ल ।
   (ब) आयरन आक्साइड तथा सल्फ़्यूरिक एसिड ।
   (स) ज़िंक आक्साइड तथा हाइड्रोक्लोरिक एसिड ।
   (द) कापर आक्साइड तथा नाइट्रिक एसिड ।
   (य) फ़ेरिक आक्साइड तथा नाइट्रिक एसिड ।
3. सल्फ़्यूरिक एसिड के साथ निम्नलिखित हाइड्रॉक्साइड की क्रियाओं के समीकरण लिखो :
   (अ) मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड ।
   (ब) कापर हाइड्रॉक्साइड ।
   (स) फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड ।
   यह किस प्रकार की क्रिया है ? इनसे प्राप्त लवणों के नाम लिखो ।
4. अम्लों के रासायनिक गुण क्या हैं ? इन गुणों को दिखाने वाली क्रिया के समीकरण लिखो ।
5. उभय अपघटन क्रिया किसे कहते हैं ? इसके दो उदाहरण दो ।
6. धातुओं के आक्साइड तथा अम्लों की क्रिया से निम्नलिखित लवण कैसे प्राप्त करोगे ? इनके समीकरण भी लिखो :
   (अ) ज़िंक नाइट्रेट
   (ब) ज़िंक सल्फ़ेट
   (स) ज़िंक फ़ास्फ़ेट
7. एल्युमिनियम पर हाइड्रोक्लोरिक तथा सल्फ़्यूरिक एसिड की क्रिया के समीकरण लिखो ।
8. 'किसी अम्ल की क्षारकता' से तुम क्या समझते हो ? निम्नलिखित अम्लों को एकक्षारीय, द्विक्षारीय तथा त्रिक्षारीय वर्गों में बाँटो :
   $HCl, HNO_3, H_2SO_4, HPO_3, H_3PO_4, H_2CrO_4, HClO_3, H_2CO_3$
9. ऐसे पदार्थों के उदाहरण दो जो अम्लों से क्रिया करके लवण बनाते हैं । इनमें से कौन-से सरल पदार्थ तथा कौन-से यौगिक पदार्थ हैं ? इस आधार पर निम्नलिखित पदार्थों का वर्गीकरण करो :
   $Zn, NaOH, CaO, Mg, KOH, Fe_2O_3, Cu(OH)_2, Fe, Cu$
10. संघटन के आधार पर निम्नलिखित अम्लों को कैसे वर्गीकृत कर सकते हो ?
    $HBr, \quad H_2CO_3, \quad HI, \quad H_2CrO_4, \quad HClO_3, \quad HNO_3$

11. कौन-सा तत्व सब अम्लों में उपस्थित है ?
12. एसिड रेडिकल किसे कहते हैं ?
13. सल्फ़्यूरिक एसिड को सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण अम्ल क्यों कहते हैं ?
14. औद्योगिक क्षेत्र में नाइट्रिक तथा हाइड्रोक्लोरिक एसिडों का क्या उपयोग है ?

एसिड तथा क्षार (एल्कली) के प्रयोग में आवश्यक सावधानियाँ

एसिड तथा क्षार त्वचा तथा कपड़ों को जला देते हैं। इसलिए यह आवश्यक है कि इनका प्रयोग सावधानी से किया जाए। इसके लिए निम्नलिखित सावधानियाँ बरतनी चाहिए :

1. ठोस क्षार को कभी भी हाथ से न उठाओ। सदा चिमटी या चम्मच का उपयोग करो।
2. बची हुई ठोस क्षार को किसी अलग बर्तन में रखा करो।
3. सांद्र एसिड विशेषकर सल्फ़्यूरिक एसिड का तनु विलेयन बनाने के लिये सदा उसे पानी में मिलाना चाहिए। कभी भी **एसिड में पानी** मत मिलाओ।
4. एसिड या क्षार की डाट को सदा काँच की प्लेट पर उल्टा रखो। उसे कभी भी मेज़ की सतह पर सीधे मत रखो। क्षार की बोतल के लिए सदा कार्क, रबड़ या प्लास्टिक की डाट (काँच की नहीं) का प्रयोग करो।
5. बोतल से एसिड तथा क्षार के विलयन को परखनली या बीकर मे सावधानी से डालो। आखिरी बूँद बर्तन में गिरनी चाहिए। (चित्र 9)

चित्र 9. बोतल से विलयन डालने की सही रीति

- किसी परखनली में एसिड या क्षार के विलयन को गरम करते समय उसके मुँह को अपने तथा पड़ोसी की ओर न रखो। परखनली से उबलते हुए द्रव के छींटों के बाहर निकलने की संभावना है।

एसिड या क्षार से जलने पर प्राथमिक उपचार

यदि त्वचा के किसी भाग पर एसिड या क्षार गिर जाए तो पहले उसे नल के पानी से अच्छी तरह धो लो। उसके बाद 3 प्रतिशत पोटाशियम परमेंग्नेट के विलयन में भिगोए हुए एक रूई के टुकड़े से उस भाग को ढक दो और पट्टी से बाँध दो। यदि एसिड या क्षार के छींटे आँख में आ जाएँ तो फ़ौरन ठंडे पानी से धो लो। उसके बाद तुरंत डाक्टर के पास उपचार के लिए जाओ। प्रत्येक दशा में अपने अध्यापक को सूचित करो और उनकी राय लो।

प्रायोगिक कार्य (2)

उदासीनीकरण की क्रिया

उपकरण तथा अभिकर्मक : स्प्रिट लैम्प, स्टैंड, ब्यूरेट, पिपेट, बीकर, चीनी की प्याली, फ़नल, एसबेस्टस लगी जाली, चिमटी, चिकना टाइल का टुकड़ा (इसके स्थान पर सफ़ेद काग़ज़ भी ले सकते हैं) तथा ड्रापर। हाइड्रोक्लोरिक एसिड, सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा मिथाइल औरेन्ज का विलयन।

क्रिया-विधि : ब्यूरेट को स्टैंड पर सीधा लगाओ। बीकर में एसिड का विलयन लो तथा फ़नल की सहायता से ब्यूरेट में डालो। ब्यूरेट से एसिड का कुछ भाग नीचे बीकर में निकालो जिससे ब्यूरेट की चुटकी के नीचे का सारा भाग द्रव से भर जाए। अब ब्यूरेट में द्रव के तल को किसी चिह्न तक लाओ और उसकी रीडिंग अपनी कापी में लिख लो। रीडिंग लिखते समय अपनी आँखों को ब्यूरेट में द्रव के तल के बराबर रखो। अब पिपेट की सहायता से एल्कली का नियत आयतन एक साफ़ बीकर में लो। ब्यूरेट के नीचे एक सफ़ेद टाइल (या सफ़ेद काग़ज़) ऐसे रखो कि ब्यूरेट की चुटकी बीकर के ठीक ऊपर हो। अब ड्रापर की सहायता से दो बूँद मिथाइल औरेन्ज बीकर में डालो और विलयन के रंग को देखो। अब ब्यूरेट से थोड़ी-थोड़ी मात्रा में एसिड बीकर में डालो। आरंभ में एक या दो बूँद डालो। प्रत्येक बार एसिड डालने के बाद बीकर को वृत्ताकार गति में सावधानी से हिलाओ। जिस बूँद के डालने से रंग में कुछ परिवर्तन हिलाने पर भी बना रहे, तो और एसिड मत मिलाओ। इससे यह पता लगता है कि बीकर की एल्कली का उदासीनीकरण हो गया है। अब ब्यूरेट के एसिड के तल को फिर पढ़ो। हिसाब लगाओ कि दी हुई एल्कली के विलयन को उदासीन बनाने में कितने मि०लि० एसिड की आवश्यकता हुई।

बीकर से विलयन की कुछ बूंद लेकर एक घड़िया पर वाष्पित करो और सुखाओ। क्या अवशेष बचता है ?

इस क्रिया का विवरण कापी में लिखो।

मिथाइल औरेन्ज के स्थान पर फ़िनौपथैलीन का भी इंडिकेटर के रूप में प्रयोग किया जा सकता है। इस स्थिति में एल्कली उस समय उदासीन होती है जब कि गुलाबी रंग समाप्त हो कर विलयन रंगहीन बन जाता है।

टिप्पणी :

गरम करने के पश्चात् बीकर तथा स्थान को साफ़ करो।

प्रश्न

1. एसिडिक तथा बेसिक आक्साइडों के प्रमुख रासायनिक गुण क्या हैं ? इन गुणों को प्रकट करने वाली क्रियाओं के समीकरण लिखो।
2. निम्नलिखित यौगिकों में गंधक की प्रतिशत मात्रा मालूम करो :
   (क) सल्फ़्यूरस एन्हाइड्राइड
   (ख) सल्फ़्यूरिक एन्हाइड्राइड

उत्तर : (क) 50%
(ख) 40%

बेस

तुम यह पढ़ चुके हो कि बेस ऐसे यौगिक हैं जिनके अणुओं में सामान्यतः धातु के परमाणु से हाइड्रॉकसिल के समूह संयुक्त होते हैं। बेस के कुछ उदाहरण हैं : सोडियम हाइड्रॉक्साइड (कास्टिक सोडा) कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड (बुझा हुआ चूना), फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड $Fe(OH)_3$ तथा कॉपर हाइड्रॉक्साइड $Cu(OH)_2$। बेस को हम दो समूहों में बाँट सकते हैं। विलेय बेस (जिन्हें एल्कली भी कहते हैं) तथा अविलेय बेस। उदासीनीकरण की क्रिया में बेस, एसिड के साथ प्रतिक्रिया करके लवण तथा पानी बनाता है। बेस के संघटन तथा उनके प्राथमिक गुणों के आधार पर हम उनकी परिभाषा इस प्रकार कर सकते हैं।

बेस ऐसे यौगिक हैं जिनके अणुओं में साधारणतः एक या अधिक हाइड्रॉक्सिल के समूह किसी धातु के परमाणु से संयुक्त हैं और जो एसिड के साथ प्रतिक्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं।

बेसों का सामान्य सूत्र $M(OH)_n$ है जहाँ M धातु का परमाणु है तथा 'n' हाइड्रॉक्सिल समूहों की संख्या है जो बेस के एक अणु में होते हैं। बेस के एक अणु में हाइड्रॉक्सिल के समूहों की संख्या धातु की संयोजकता के समान होती है।

6. बेस के रासायनिक गुण

(क) एल्कली विलयन पर इंडिकेटर का प्रभाव

यह तुम पढ़ चुके हो कि इंडिकेटर के रंग का परिवर्तन करना एल्कली का एक मुख्य गुण है। प्रयोगशाला में लिटमस तथा फ़िनौफ्थैलीन के अतिरिक्त मिथाइल औरेन्ज को भी काम में लाया जाता है। इंडिकेटर का नारंगी रंग एल्कली की उपस्थिति में पीला हो जाता है।

(ख) बेस पर गर्मी का प्रभाव

प्रदर्शन

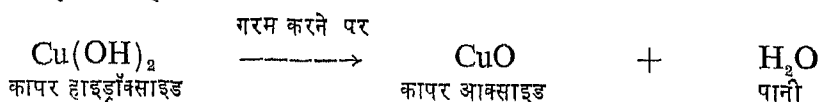
ठोस कास्टिक सोडा के कुछ कनी या छोटे टुकड़े चम्मच द्वारा एक सूखी परखनली में डालो। उसे पहले सावधानी से गरम करो और फिर तेज़ी से। देखो कि कास्टिक सोडा केवल पिघल जाता है, उसमें किसी प्रकार का परिवर्तन दिखाई नहीं देता। इसे ठंडा होने दो और फिर इसकी जाँच करो। अवशेष को पानी में घोलो और विलयन की जाँच लिटमस से करो।

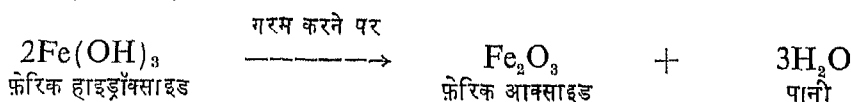
विलेय बेस (एल्कली) गरम करने पर भी स्थायी रहता है। कास्टिक सोडा गरम करने पर पिघलता है परंतु अपने उबलने के ताप पर (1388° सें०) भी इसमें रासायनिक परिवर्तन नहीं होता। कास्टिक पोटाश भी स्थायी यौगिक है। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड 450° सें० पर कैल्सियम आक्साइड तथा पानी में विघटित हो जाता है।

प्रदर्शन

2-3 ग्राम कापर हाइड्रॉक्साइड तथा फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड अलग-अलग परखनलियों में लो। दिखाओ कि इन अविलेय बेसों के अलग-अलग रंग हैं। बारी-बारी से परखनलियों को गरम करो और अवशेष में रंग के परिवर्तन को देखो। प्रत्येक दशा में परखनली की दीवार पर पानी की बूँदें दिखाई देती हैं।

कापर हाइड्रॉक्साइड थोड़ा सा गरम करने पर ही पानी तथा कापर आक्साइड में विघटित हो जाता है।

$$\underset{\text{कापर हाइड्रॉक्साइड}}{Cu(OH)_2} \xrightarrow{\text{गरम करने पर}} \underset{\text{कापर आक्साइड}}{CuO} + \underset{\text{पानी}}{H_2O}$$

इसी प्रकार फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड भी सरलता से फ़ेरिक आक्साइड तथा पानी में विघटित हो जाता है।

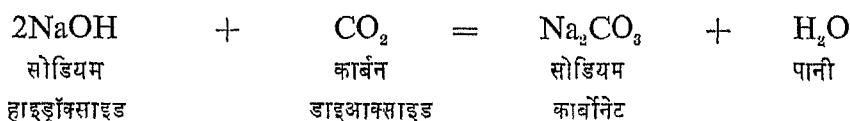
$$\underset{\text{फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड}}{2Fe(OH)_3} \xrightarrow{\text{गरम करने पर}} \underset{\text{फ़ेरिक आक्साइड}}{Fe_2O_3} + \underset{\text{पानी}}{3H_2O}$$

बहुत से अविलेय बेस इसी प्रकार से विघटित होते हैं।

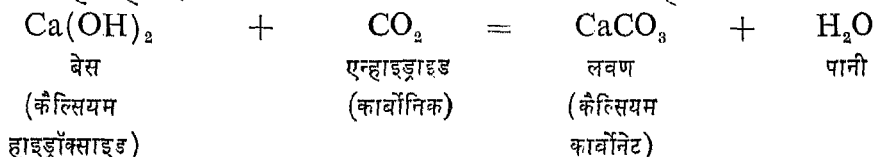
विघटन की ऐसी क्रिया जिसमें एक पदार्थ पानी बनता हो, निर्जलीकरण कहलाती है।

(ग) एसिड के साथ बेस की प्रतिक्रिया

तुम जानते हो कि उदासीनीकरण की क्रिया में भाग लेना एसिड तथा बेस दोनों के प्रमुख गुण हैं। विलेय तथा अविलेय बेस दोनों इस प्रतिक्रिया में भाग लेते हैं।

खंड 5 में बेस तथा एसिड की प्रतिक्रिया के उदाहरणों के विवरण पढ़ चुके हो, जैसे कार्बनिक डाइआक्साइड (कार्बनिक एसिड का एन्हाइड्राइड) कास्टिक सोडा से प्रतिक्रिया करके सोडियम कार्बोनेट तथा पानी बनाता है।

$2NaOH$	$+$	CO_2	$=$	Na_2CO_3	$+$	H_2O
सोडियम हाइड्रॉक्साइड		कार्बन डाइआक्साइड		सोडियम कार्बोनेट		पानी

बुझे हुए चूने (चूने के पानी) पर कार्बोनिक एन्हाइड्राइड की प्रतिक्रिया से लवण तथा पानी प्राप्त होते हैं। इस स्थिति में प्राप्त लवण कैल्सियम कार्बोनेट है।

$Ca(OH)_2$	$+$	CO_2	$=$	$CaCO_3$	$+$	H_2O
बेस (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड)		एन्हाइड्राइड (कार्बोनिक)		लवण (कैल्सियम कार्बोनेट)		पानी

चूने के पानी में कार्बन डाइआक्साइड प्रवाहित करने पर, उसके दूधिया होने का कारण यह है कि क्रिया में कैल्सियम कार्बोनेट बनता है जो अविलेय है।

एसिड की एन्हाइड्राइड के साथ प्रतिक्रिया करना विलेय बेस (एल्कली) का एक विशेष गुण है।

(घ) लवण के साथ विलेय बेस की प्रतिक्रिया

प्रयोग

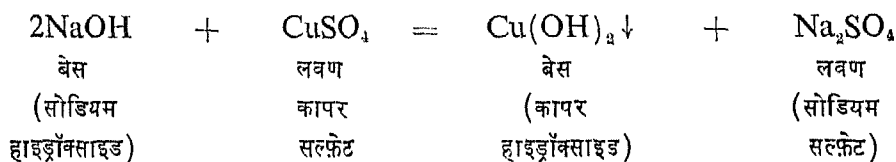
तीन परखनलियाँ क, ख, ग लो। कापर सल्फ़ेट, फ़ेरिक क्लोराइड तथा सोडियम सल्फ़ेट के विलयन इन परखनलियों में अलग-अलग लो। ड्रापर की सहायता से परखनली 'क' में 10-15 बूँद कास्टिक सोडा डालो। देखो कि इसमें कोई परिवर्तन होता है या नहीं। फिर परखनली को हिलाकर उसकी जाँच करो।

यही क्रिया परखनली 'ख' में रखे पदार्थ से करो।

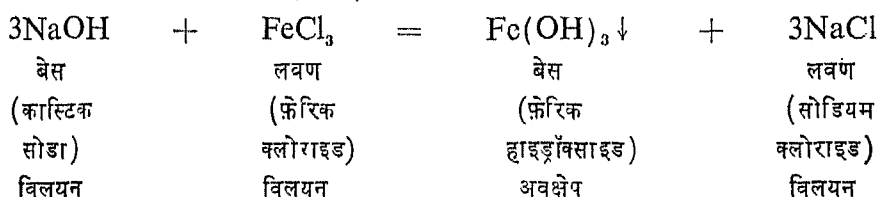
परखनली 'ग' में 10 बूँद बेरियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की डालो और पहले की तरह निरीक्षण करो।

ऊपर के प्रयोग से यह देखा जा सकता है कि लवणों के विलयन से विलेय बेसों की प्रतिक्रिया द्वारा अविलेय अवक्षेप प्राप्त होते हैं, जैसे कापर सल्फ़ेट तथा कास्टिक सोडा के विलयनों को मिलाने से कापर हाइड्रॉक्साइड का नीला अवक्षेप प्राप्त होता है।

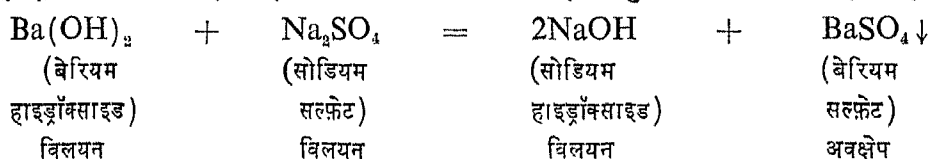
$$2NaOH + CuSO_4 = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$$

$2NaOH$	$CuSO_4$	$Cu(OH)_2\downarrow$	Na_2SO_4
बेस	लवण	बेस	लवण
(सोडियम हाइड्रॉक्साइड)	कापर सल्फ़ेट	(कापर हाइड्रॉक्साइड)	(सोडियम सल्फ़ेट)

इसी प्रकार फ़ेरिक क्लोराइड पर कास्टिक सोडा की प्रतिक्रिया से फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड का अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$3NaOH + FeCl_3 = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$$

$3NaOH$	$FeCl_3$	$Fe(OH)_3\downarrow$	$3NaCl$
बेस	लवण	बेस	लवण
(कास्टिक सोडा)	(फ़ेरिक क्लोराइड)	(फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड)	(सोडियम क्लोराइड)
विलयन	विलयन	अवक्षेप	विलयन

ऊपर के दोनों उदाहरणों में लवण तथा एल्कली से अविलेय बेस प्राप्त होते हैं। परंतु बेरियम हाइड्रॉक्साइड तथा सोडियम सल्फ़ेट की क्रिया से विलेय बेस सोडियम हाइड्रॉक्साइड प्राप्त होता है। इस परिस्थिति में बेस नहीं परंतु लवण अवक्षेपित होता है।

$$Ba(OH)_2 + Na_2SO_4 = 2NaOH + BaSO_4\downarrow$$

$Ba(OH)_2$	Na_2SO_4	$2NaOH$	$BaSO_4\downarrow$
(बेरियम हाइड्रॉक्साइड)	(सोडियम सल्फ़ेट)	(सोडियम हाइड्रॉक्साइड)	(बेरियम सल्फ़ेट)
विलयन	विलयन	विलयन	अवक्षेप

यह मालूम करने के लिए कि किसी एल्कली तथा लवण के विलयन में रासायनिक प्रतिक्रिया से कोई अवक्षेप प्राप्त होगा या नहीं, हमें क्रिया से प्राप्त पदार्थों की पानी में विलेयता जानने की आवश्यकता है।

सामने के पृष्ठ पर दी गई तालिका में लवण तथा बेसों की पानी में विलेयता दी गई है। इस तालिका का उपयोग निम्नलिखित रूप में किया जा सकता है :

मान लो कि हमें मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड प्राप्त करना है। तालिका से देखो कि यह पानी में बहुत ही कम विलेय है। इसलिए मैग्नीशियम के किसी विलेय लवण तथा एल्कली के विलयनों को मिलाने पर हम इसको प्राप्त कर सकते हैं। तालिका से यह भी देख

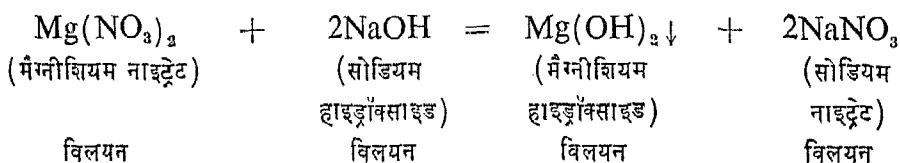
तालिका—लवणों तथा बेसों की पानी में विलेयता

	K	Na	Ba	Ca	Mg	Al	Cr	Fe	Fe	Mn	Zn	Ag	Hg	Su	Pb	Cn
	I	I	II	II	II	III	III	II	III	II	II	I	II	II	II	II
OH(I)	S	S	S	Sp	Sp	N	N	N	N	N	N	—	—	N	N	N
CI(I)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
S(II)	S	S	S	Sp	S	—	—	N	—	N	N	N	N	N	N	N
SO_3(II)	S	S	N	N	N	—	—	N	—	N	N	N	N	N	—	N
SO_4(II)	S	S	N	Sp	S	S	S	S	S	S	S	Sp	S	N	S	S
PO_4(III)	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
CO_3(II)	S	S	N	N	N	—	—	N	N	N	N	N	N	N	—	N
SiC_3(II)	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	—	N	—	N
NO_3 (I)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	—	S
CH_3COO(I)	S	S	S	S	S	Sp	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

संकेत : S विलेय
N अविलेय
— अस्तित्व नहीं रखता
sp अत्यल्प विलेय

(रोमन अंक में रेडिकल या धातु की संयोजकता दिखाई गई है)

सकते हैं कि मैग्नीशियम के विलेय लवण मैग्नीशियम सल्फ़ेट और नाइट्रेट हैं। सोडियम हाइड्रॉक्साइड को एल्कली के रूप में लेकर इनमें से किसी से हम मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड प्राप्त कर सकते हैं। उदाहरण के लिए—

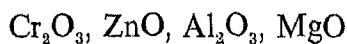
$Mg(NO_3)_2$	+	$2NaOH$	=	$Mg(OH)_2\downarrow$	+	$2NaNO_3$
(मैग्नीशियम नाइट्रेट)		(सोडियम हाइड्रॉक्साइड)		(मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड)		(सोडियम नाइट्रेट)
विलयन		विलयन		विलयन		विलयन

बेसों के उपयोग

बहुत से बेस औद्योगिक रूप में महत्त्वपूर्ण हैं। सोडियम हाइड्रॉक्साइड या कास्टिक सोडा इनमें मुख्य रूप से महत्वपूर्ण हैं। इसका उपयोग साबुन बनानें में होता है। कृत्रिम सिल्क, रंग, काग़ज़, सूती कपड़े के उद्योग, पेट्रोलियम के शोधन तथा एलुमिनियम ऑक्साइड के उत्पादन और कई उद्योगों में भी इसका उपयोग होता है।

कुछ दूसरे बेस भी औद्योगिक रूप में काम में आते हैं। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड या बुझा हुआ चूना इमारत बनाने तथा उन पर क़लई करने के काम आता है।

प्रश्न

1. किसी एसिड के विलयन और एल्कली के विलयन को कैसे पहचानोगे ?
2. कुछ ज्ञात बेसों के नाम लिखो और नाइट्रिक तथा सल्फ़्यूरिक एसिड से इनकी प्रतिक्रियाओं के समीकरण लिखो ?
3. बेसों के सामान्य गुण क्या हैं ? विलेय तथा अविलेय बेसों में क्या अंतर है ?
4. क्रोमियम, ज़िन्क, एलुमिनियम तथा मैग्नीशियम के हाइड्रॉक्साइड को गरम करने पर क्रमशः निम्नलिखित आक्साइड प्राप्त होते हैं :

$$Cr_2O_3,\ ZnO,\ Al_2O_3,\ MgO$$

इन हाइड्रॉक्साइडों के निर्जलीकरण की क्रिया के समीकरण लिखो।

किसी एल्कली तथा लवण के विलयन की प्रतिक्रिया को हम किस प्रकार की क्रिया कह सकते हैं ?

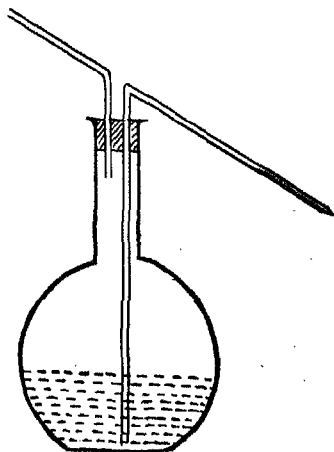
6. अविलेय बेसों को किस प्रकार प्राप्त कर सकते हैं ? क्या बेस की विलेयता का गरम करने पर उसके स्थायीपन से कोई संबंध है ?
7. कौन-कौन से पदार्थ बेस के साथ प्रतिक्रिया करके लवण बनाते हैं ?

प्रायोगिक कार्य (3)

एल्कली तथा लवण के विलयनों की प्रतिक्रिया से अविलेय बेसों को प्राप्त करना ।

उपकरण : परखनली, बीकर, छल्ली सहित धातु का स्टैंड, फ़नल, धावन बोतल, स्प्रिट लैम्प, काँच की छड़, फ़िल्टर काग़ज़ ।

अभिकर्मक : कापर नाइट्रेट, मैग्नीशियम क्लोराइड तथा कास्टिक सोडा के विलयन ।

कार्यविधि : बीकर में 20-25 मि० लि० कास्टिक सोडा का विलयन लो और उसमें लगभग दो-दो मि० लि० करके कापर नाइट्रेट का विलयन मिलाओ । काँच की छड़ से हिला कर विलयन स्थिर हो जाने दो । अवक्षेप के ऊपर का विलयन रंगहीन होना चाहिए (यदि विलयन का रंग नीला हो तो तुम्हें क्या करना चाहिए ?) । फ़नल पर फ़िल्टर काग़ज़ रखकर सावधानी से रंगहीन विलयन को छान लो । फ़िल्टर काग़ज़ पहले से तैयार रखना चाहिए । धावन बोतल से कुछ पानी बीकर में डालो (चित्र 10 क, ख, ग) और अवक्षेप को काँच की छड़ से हिलाओ । उसे सावधानी से हिलाओ जिससे कि बीकर टूट न जाय । अब बीकर से अवक्षेप को फ़िल्टर काग़ज़ पर डाल दो और धावन बोतल से पानी की महीन धार द्वारा अवक्षेप को धो दो । अपने प्रयोग का विवरण कापी में लिखो और प्राप्त कापर हाइड्रॉक्साइड के गुणों का वर्णन करो ।

विभिन्न प्रकार के धावन बोतल
चित्र 10 (क)

इसी रीति से मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड भी बनाओ । इसके लिए 20 मि० लि० कास्टिक सोडा का विलयन तथा 20 मि० लि० मैग्नीशियम क्लोराइड का विलयन लो । अपने प्रयोग का विवरण लिखो ।

यह कैसे सिद्ध करोगे कि दोनों स्थितियों में प्राप्त पदार्थ बेस है ?

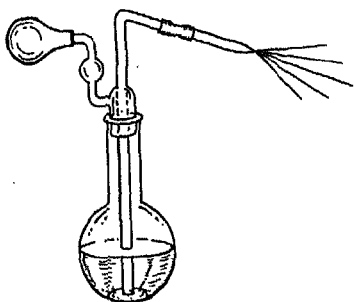
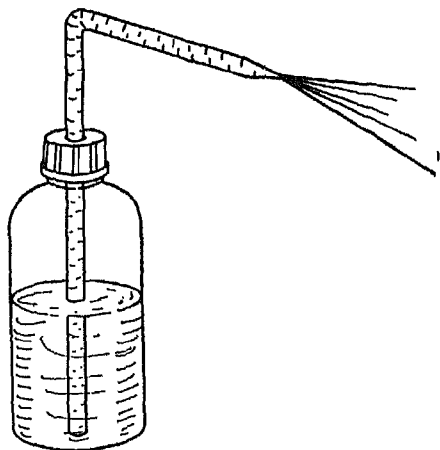
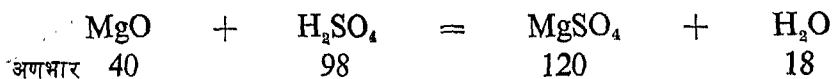
काम करने के बाद अपने उपकरण तथा काम करने की जगह को साफ़ कर लो ।

7. रासायनिक समीकरण पर आधारित गणना कार्य

रासायनिक क्रियाओं के समीकरण द्वारा हम किसी क्रिया के आरंभिक पदार्थों की मात्रा तथा क्रिया से प्राप्त पदार्थों की मात्रा मालूम कर सकते हैं । उदाहरण में लिए मैग्नीशियम आक्साइड मथा सल्फ्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया के समीकरण को लें और आरंभिक तथा प्राप्त पदार्थों के अणुभार का हिसाब लगाएँ ।

चित्र 10 (ख)

चित्र 10 (ग)

	MgO	+	H_2SO_4	=	$MgSO_4$	+	H_2O
अणुभार	40		98		120		18

स्थिर संघटन के नियम के अनुसार, भार के हिसाब से मैग्नीशियम आक्साइड का 40 भाग सल्फ़्यूरिक एसिड के 98 भाग से क्रिया करेगा और इस क्रिया से 120 भाग मैग्नीशियम सल्फ़ेट तथा 18 भाग पानी प्राप्त होगा। आरंभिक पदार्थों का भार जिस किसी इकाई में भी लिया जाय (ग्राम, कि० ग्राम, टन इत्यादि) क्रिया से प्राप्त पदार्थों का भार भी उसी इकाई में होगा।

उदाहरण 1

100 ग्राम मैग्नीशियम आक्साइड की सम्पूर्ण क्रिया के लिए कितनें ग्राम सल्फ़्युरिक एसिड की आवश्यकता होगी ?

विधि : पहले क्रिया के समीकरण को लिखो। क्रिया में भाग लेनें वाले पदार्थों के अणु भार तथा उनके सूत्र नीचे लिखो। क्रिया में भाग लेनें वाले पदार्थों के वास्तविक भार सूत्र के ऊपर लिखो, जैसा निम्नलिखित उदाहरण में दिखाया गया है :

100 ग्रा०		?				
MgO	+	H_2SO_4	=	$MgSO_4$	+	H_2O
40		98				

समीकरण से हम यह जानते हैं कि 40 ग्राम MgO के साथ संपूर्ण क्रिया के लिए 98 ग्राम H_2SO_4 की आवश्यकता होगी।

इसलिए 1 ग्राम MgO के लिए = 98/40 ग्राम H_2SO_4 की आवश्यकता होगी
100 ,, ,, = $98/40 \times 100$ ग्राम ,, ,,
= 245 ग्राम

उत्तर : 100 ग्राम मैग्नीशियम आक्साइड से सम्पूर्ण प्रतिक्रिया के लिए 245 ग्राम सल्फ़्यूरिक एसिड की आवश्यकता होगी।

उदाहरण 2

16 ग्राम मैग्नीशियम आक्साइड पर सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया से कितना मैग्नीशियम सल्फ़ेट प्राप्त होगा ?

विधि : पहले क्रिया के समीकरण को लिखो। मैग्नीशियम आक्साइड तथा मैग्नीशियम सल्फ़ेट के सूत्र के नीचे उनका अनुभार तथा सूत्र के ऊपर उनका वास्तविक भार लिखो।

$$\underset{40}{\overset{16\text{ ग्रा०}}{MgO}} + H_2SO_4 = \underset{120}{\overset{?}{MgSO_4}} + H_2O$$

समीकरण से हम जानते हैं कि 40 ग्राम MgO से प्राप्त $MgSO_4$ का भार
= 120 ग्राम

इसलिए 1 ,, ,, $= \frac{120}{40}$ ग्राम

इसलिए 16 ,, ,, $= \frac{120}{40} \times 16$
= 48 ग्राम

उत्तर : सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया से 16 ग्राम मैग्नीशियम आक्साइड से 48 ग्राम $MgSO_4$ प्राप्त होगा।

इस प्रकार हम देखते हैं कि आरंभिक पदार्थ तथा अंतिम पदार्थों में सरल समानुपातिक संबंध होता है। ऊपर के प्रश्न को हम समानुपात के रूप में लिख सकते हैं, जैसे—

$\frac{40}{120} = \frac{16}{\text{य}}$ जहाँ य अज्ञात मात्रा का सूचक है।

इस समानुपात से य $= \frac{16 \times 120}{40} = 48$ ग्राम

उत्तर : 16 ग्राम मैग्नीशियम आक्साइड पर सल्फ़्यूरिक एसिड की क्रिया से 48 ग्राम $MgSO_4$ प्राप्त होगा।

प्रश्न

1. 48 ग्राम फ़ेरिक आक्साइड की सम्पूर्ण प्रतिक्रिया के लिए कितने ग्राम सल्फ़्यूरिक एसिड की आवश्यकता होगी ?

(उत्तर : 82.2 ग्राम)

2. यदि 224 ग्राम CaO से नाइट्रिक एसिड सम्पूर्ण प्रतिक्रिया करे तो कितने ग्राम लवण प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 665 ग्राम)

3. 20 ग्राम कास्टिक सोडा की उदासीनोकरण के लिए कितने ग्राम नाइट्रिक एसिड की आवश्यकता होगी ?

(उत्तर : 3·15 ग्राम)

4. 1·62 ग्राम ज़िंक आक्साइड पर हाइड्रोक्लोरिक एसिड की क्रिया से कितना ग्राम ज़िंक क्लोराइड प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 2·72 ग्राम)

5. 5·22 ग्राम बेरियम नाइट्रेट के विलयन पर सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया से कितना ग्राम बेरियम सल्फ़ेट अपक्षेपित होगा ?

(उत्तर : 4·66 ग्राम)

6. 20 ग्राम कापर आक्साइड को पूर्णतया में घोलने के लिए कितने ग्राम HNO_3 की आवश्यकता होगी ?

(उत्तर : 31·5 ग्राम)

7. 130 ग्राम ज़िंक पर सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया से कितने लिटर हाइड्रोजन गैस निकलेगी ? (NTP पर एक लिटर हाइड्रोजन का भार=0·089 ग्राम)

(उत्तर : 44 8 लिटर)

8. 98 ग्राम सल्फ़्यूरिक एसिड पर एल्युमिनियम पर की क्रिया से अधिक से अधिक कितने लीटर हाइड्रोजन प्राप्त होगी ?

(उत्तर : 22·4 लिटर)

9. 12 ग्राम कास्टिक सोडा तथा फ़ेरिक क्लोराइड के विलयनों की प्रतिक्रिया से कितना फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 10·7 ग्राम)

10. 33·6 ग्राम कास्टिक सोडा और सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया से कितना ग्राम लवण प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 52·2 ग्राम)

11. 2·45 ग्राम कापर हाइड्रॉक्साइड को गरम करने से कितना कापर आक्साइड प्राप्त होगा ?

(उत्तर : 2 ग्राम)

लवण

तुम्हें ज्ञात है कि लवण ऐसे यौगिक हैं जिनके अणुओं में धातु के अणु के साथ एसिड रेडिकल संयुक्त हैं।

एसिड तथा बेस की प्रतिक्रिया से लवण प्राप्त होते हैं। धातु आक्साइड पर एसिड की क्रिया से या धातु के परमाणु द्वारा एसिड के हाइड्रोजन के विस्थापन से भी लवण प्राप्त हो सकते हैं।

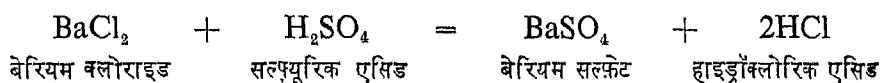
8. लवणों के रासायनिक गुण

लवणों के कुछ गुणों से हम परिचित हैं ही।

एसिड से लवणों की प्रतिक्रिया

विलेयता तालिका का उपयोग करके यह पता लगाओ कि सल्फ़्यूरिक एसिड से बेरियम सल्फ़ेट कैसे प्राप्त किया जा सकता है। इस क्रिया के लिए कदाचित तुम ऐसा समीकरण बनाओगे।

$$BaCl_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HCl$$

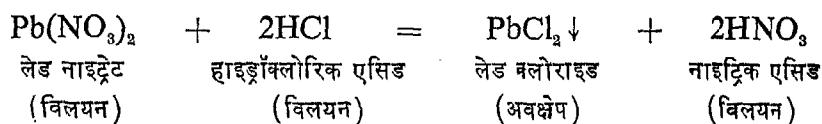
बेरियम क्लोराइड — सल्फ़्यूरिक एसिड — बेरियम सल्फ़ेट — हाइड्रॉक्लोरिक एसिड

यह एसिड के साथ लवण की प्रतिक्रिया का उदाहरण है। आओ इस प्रकार के और उदाहरण देखें।

प्रयोग

एक परखनली में लैड नाइट्रट विलयन में थोड़ा सा तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड मिलाओ। इस में तुम क्या परिवर्तन देखते हो ? इस क्रिया का समीकरण बनाओ।

इस क्रिया से प्राप्त सफ़ेद अवक्षेप लेड क्लोराइड है। इस क्रिया को निम्नलिखित प्रकार से दिखा सकते हैं :

$$Pb(NO_3)_2 + 2HCl = PbCl_2\downarrow + 2HNO_3$$

लेड नाइट्रेट (विलयन) — हाइड्रॉक्लोरिक एसिड (विलयन) — लेड क्लोराइड (अवक्षेप) — नाइट्रिक एसिड (विलयन)

इस क्रिया से एक अविलेय लवण प्राप्त हुआ।

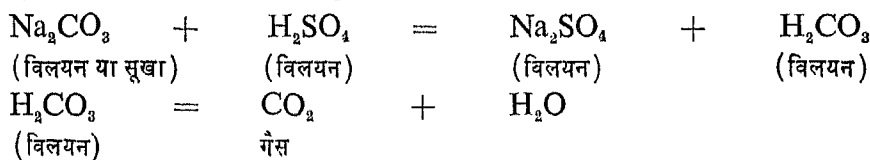
प्रयोग

एक परखनली में सोडियम कार्बोनेट का विलयन लो और उसमें थोड़ी मात्रा में तनु सल्फ़्यूरिक एसिड डालने पर परखनली में क्या होता है ?

इस क्रिया में कार्बोनिक एसिड प्राप्त होता है जो अस्थाई होने के कारण पानी तथा अपने एन्हाइड्राइड (कार्बन डाइआक्साइड) में विघटित हो जाता है।

सूखे सोडियम कार्बोनेट से भी तनु एसिड की प्रतिक्रिया इसी प्रकार होती है।

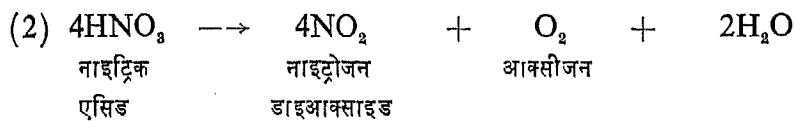
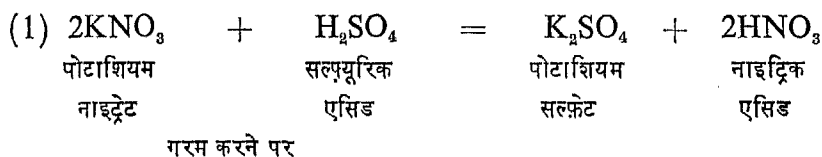
Na_2CO_3	+	H_2SO_4	=	Na_2SO_4	+	H_2CO_3
(विलयन या सूखा)		(विलयन)		(विलयन)		(विलयन)

H_2CO_3	=	CO_2	+	H_2O
(विलयन)		गैस		

इस क्रिया में एक गैस उत्पन्न हुई जो विलयन से बाहर निकल गई।

प्रदर्शन

एक सूखी परखनली में पिसा हुआ शोरा (पोटाशियम नाईट्रेट) लो और उसमें सांद्र सल्फ़्यूरिक एसिड की कुछ बूँद सावधानी से डालो। अब परखनली को धीरे-धीरे गरम करो और देखो कि परखनली की दीवारों पर कुछ तेल की सी बूँद जमा होती है और भूरे रंग का धूँआ बाहर निकलता है। यह नाइट्रोजन डाइआक्साइड के बनने के कारण होता है।

(1)	$2KNO_3$	+	H_2SO_4	=	K_2SO_4	+	$2HNO_3$
	पोटाशियम नाइट्रेट		सल्फ़्यूरिक एसिड		पोटाशियम सल्फ़ेट		नाइट्रिक एसिड

(2)	$4HNO_3$	$\xrightarrow{\text{गरम करने पर}}$	$4NO_2$	+	O_2	+	$2H_2O$
	नाइट्रिक एसिड		नाइट्रोजन डाइआक्साइड		आक्सीजन		

एक दूसरी सूखी परखनली में पोटाशियम सल्फ़ेट लो और सावधानी से सांद्र नाइट्रिक एसिड मिलाओ। उसे गरम करो और देखो।

इस दशा में भी केवल नाइट्रिक एसिड ही प्राप्त होता है जो कि भूरे रंग का धुँआ तथा तेल जैसे बूँदों से स्पष्ट है। इस धुँए को आसवन द्वारा एकत्रित करके भी देखा गया है इसमें केवल नाइट्रिक एसिड ही होता है। किसी सल्फ़ेट पर नाइट्रिक एसिड की क्रिया से सल्फ़्यूरिक एसिड नहीं प्राप्त होता।

नाइट्रिक एसिड (क्वथनांक 46° से०) सल्फ़्यूरिक एसिड (क्वथनांक 338° से०) से अधिक वाष्पशील है। उभय-अपघटन क्रिया में प्रतिक्रिया के फलस्वरूप केवल अधिक वाष्पशील एसिड ही प्राप्त होता है।

उपर्युक्त प्रयोगों से हम यह नतीजा निकाल सकते हैं कि लवण तथा एसिड में उभय-अपघटन की क्रिया उसी समय होगी जब कि क्रिया के फलस्वरूप—

1. एक अविलेय लवण प्राप्त होता हो,
2. कोई गैस या अधिक वाष्पशील पदार्थ बनता हो,
3. एक अविलेय एसिड बनता हो।

9. लवणों की बेसों से प्रतिक्रिया

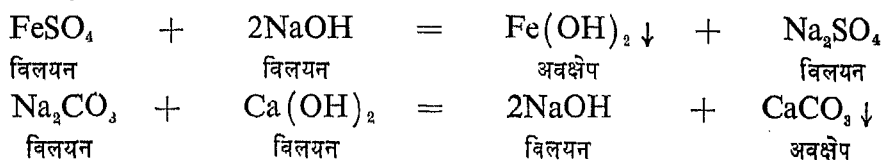
बेस के साथ लवणों का प्रतिक्रिया से तुम्हारा परिचय हो चुका है। अब निम्नलिखित प्रयोग को करो :

प्रयोग

दो परखनलियाँ लो। उनमें अगल-अलग लगभग 3-5 मि० लि० फ़ेरस सल्फ़ेट तथा सोडियम कार्बोनेट लो। पहली परखनली में कास्टिक सोडा का विलयन तथा दूसरी परखनली में चूने का पानी तब तक मिलाओ जब तक कि प्रत्येक परखनली में कोई स्पष्ट परिवर्तन दिखाई न दे।

पहली दशा में फ़ेरस हाइड्रॉक्साइड का गाढ़ा हरा अवक्षेप तथा दूसरे में कैल्सियम कार्बोनेट का सफ़ेद अवक्षेप प्राप्त होता है। इन क्रियाओं को हम निम्नलिखित रूप में लिख सकते हैं :

$$\underset{\text{विलयन}}{FeSO_4} + \underset{\text{विलयन}}{2NaOH} = \underset{\text{अवक्षेप}}{Fe(OH)_2\downarrow} + \underset{\text{विलयन}}{Na_2SO_4}$$

$$\underset{\text{विलयन}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{विलयन}}{Ca(OH)_2} = \underset{\text{विलयन}}{2NaOH} + \underset{\text{अवक्षेप}}{CaCO_3\downarrow}$$

गृह कार्य

विलयेता तालिका का प्रयोग करके लवण तथा बेसों की प्रतिक्रिया के ऐसे उदाहरण चुनो जिनमें—

1. एक अविलेय बेस तथा विलेय लवण प्राप्त होता है।
2. विलेय बेस तथा अविलेय लवण प्राप्त होता है। इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।

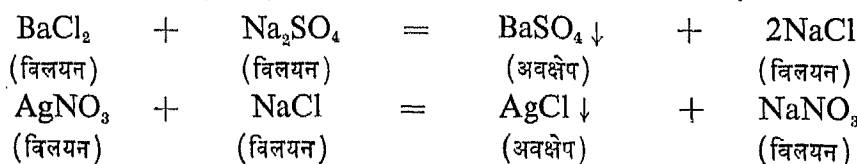
10. लवणों की पारस्परिक प्रतिक्रिया

लवणों की आपस में प्रतिक्रिया के लिए किन शर्तों का पूरा होना आवश्यक है ? इन क्रियाओं के चिह्न क्या हैं ? आओ इसे जानने के लिए कुछ प्रयोग करें।

प्रयोग

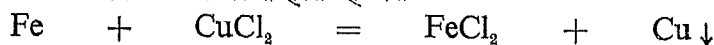
1. एक परखनली में सोडियम सल्फ़ेट के विलयन में बेरियम क्लोराइड का विलयन डालो। देखो कि क्या परिवर्तन होता है। क्या कोई पदार्थ अवक्षेपित होता है ? इसको किस प्रकार की रासायनिक क्रिया कहेंगे ? इस क्रिया का समीकरण लिखो।
2. एक परखनली में सिल्वर नाइट्रेट का विलयन लो और उसमें सोडियम क्लोराइड का विलयन डालो। परखनली के ऊपर क्या परिवर्तन देखते हो ? इस क्रिया का समीकरण लिखो।
3. एक परखनली में सोडियम नाइट्रेट तथा कैल्सियम क्लोराइड के विलयनों को मिलाओ। रासायनिक क्रिया होने के क्या चिह्न दिखाई पड़ते हैं ? क्या कोई अवक्षेप प्राप्त होता है ?
4. पोटाशियम सल्फ़ेट का विलयन एक परखनली में लो और उसमें सोडियम क्लोराइड का विलयन मिलाओ। क्या परखनलनी में रासायनिक क्रिया होने का कोई चिह्न दिखाई पड़ता है ?

ऊपर की क्रियाओं से यह देखा जा सकता है कि कुछ क्रियाओं में दो लवणों के बीच उभय-अपघटन की क्रिया होती है। और उसके फलस्वरूप **दो नए लवण** प्राप्त होते हैं, जिनमें से एक अवक्षेपित होता है जैसा कि प्रयोग 1 और 2 में दिखाया गया है।

$BaCl_2$	+	Na_2SO_4	=	$BaSO_4\downarrow$	+	$2NaCl$
(विलयन)		(विलयन)		(अवक्षेप)		(विलयन)
$AgNO_3$	+	$NaCl$	=	$AgCl\downarrow$	+	$NaNO_3$
(विलयन)		(विलयन)		(अवक्षेप)		(विलयन)

साथ ही यह भी देखा जाता है कि जब क्रिया में भाग लेने वाले तथा क्रिया से उत्पन्न पदार्थ सभी विलेय होते हैं तो **कोई अवक्षेप** प्राप्त नहीं होता जैसा कि प्रयोग 3 तथा 4 में देखा है।

11. लवणों की धातुओं से प्रतिक्रिया—धातुओं की सक्रियता-माला

विस्थापन क्रियाओं में तुमने देखा है कि कापर क्लोराइड के विलयन पर लोहे की प्रतिक्रिया से धात्विक ताँबा प्राप्त होती है जैसे—

$$Fe + CuCl_2 = FeCl_2 + Cu\downarrow$$

प्रयोग

आओ अब देखें कि धातुओं पर विभिन्न लवणों का क्या प्रभाव पड़ता है ?

5 चिह्नित परखनलियाँ लो। प्रत्येक का लगभग एक तिहाई भाग निम्नलिखित लवणों के विलयन से भर लो। दो परखनलियों में ज़िंक के दो टुकड़े, तीसरी में सीसे के दो छर्रे, तथा शेष में कुछ ताँबे की छीलन डाल दो। अब अपनी कापी में निम्नलिखित तालिका बनाकर अपने निरीक्षणों को दर्ज करो :

परखनली की संख्या	विलयन में उपस्थित लवण	मिलाया गया धातु	निरीक्षण
1	$Pb(NO_3)_2$	Zn	
2	$Cu(NO_3)_2$	Zn	
3	$Cu(NO_3)_2$	Pb	
4	$Pb(NO_3)_2$	Cu	
5	$Zn(NO_3)_2$	Cu	

तुम कौन-सी परखनली में नया पदार्थ बनता हुआ देखते हो ? इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।

ऊपर के प्रयोगों से यह पता लगता है कि सीसा (लेड) तथा ताँबे के लवणों के विलयन से ज़िंक (जस्त) इन धातुओं को विस्थापित कर सकती है। इसलिए सीसा और ताँबे की अपेक्षा जस्त अधिक क्रियाशील माना जाता है।

ताँबे को उसके लवणों से सीसा विस्थापित कर सकता है। इसलिए सीसे को ताँबे से अधिक क्रियाशील माना गया है। परन्तु ताँबा, सीसा या जस्त के लवणों के विलयन उन धातुओं को विस्थापित नहीं करता है। इसलिए ताँबा इन धातुओं से कम क्रियाशील माना गया है।

क्या ताँबा किसी दूसरे धातु को उसके लवण के विलयन से विस्थापित कर सकता है ?

प्रयोग

एक परखनली में मरक्यूरिक नाइट्रेट का विलयन लो और उसमें एक ताँबे की पत्ती डुबो दो। थोड़ी देर के बाद ताँबे की पत्ती पर पारे की चमकदार कलई दिखाई देगी। पारे को उसके लवणों के विलयनों से ताँबा विस्थापित कर सकता है।

यदि इस विलयन में ताँबे की पत्ती काफी देर तक रखी जाय तो विलयन का रंग नीला हो जाता है। इससे यह स्पष्ट है कि विलयन में ताँबे के लवण की मात्रा अब इतनी अधिक है कि उसका रंग नीला हो जाता है। साथ ही साथ ताँबे का भार कम हो जाता है। अर्थात् पारे से ताँबा अधिक सक्रिय है। इस प्रकार विभिन्न धातुओं और लवणों के प्रयोग से यह देखा गया है कि धातुओं की सक्रियता अलग-अलग होती है। उदाहरण के लिए लोहा ताँबे से अधिक सक्रिय है क्योंकि यह ताँबे के लवणों से इस धातु को विस्थापित कर सकता है। ताँबा पारे से अधिक सक्रिय है और इसलिए यह पारे के लवण से धात्विक पारे को विस्थापित कर सकता है। परंतु ताँबा लोहे से कम सक्रिय होने के कारण लोहे के लवण में से उस धातु को विस्थापित नहीं कर सकता है।

धातुओं को उनकी घटती हुई सक्रियता के अनुसार एक निश्चित क्रम में सजाया गया है। यह शृंखला ऐसी है।

K, Na, Ba, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

इस शृंखला को धातु की **सक्रियता माला** कहते हैं। यद्यपि हाइड्रोजन धातु नहीं है परंतु इसको भी इस माला में स्थान दिया गया है।

यदि सक्रियता-माला में किसी धातु का स्थान ज्ञात हो तो यह बता सकते हैं कि वह किसी धातु के लवण के विलयन से उस धातु को और एसिड से हाइड्रोजन को विस्थापित कर सकता है या नहीं। इसका कारण यह है कि जितने भी धातु हाइड्रोजन के ऊपर (अर्थात बाईं ओर) हैं वे एसिड से हाइड्रोजन को विस्थापित कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त प्रत्येक धातु अपने नीचे (या दाहिनी ओर) के धातु के लवणों के विलयन से उस धातु को विस्थापित कर सकता है।

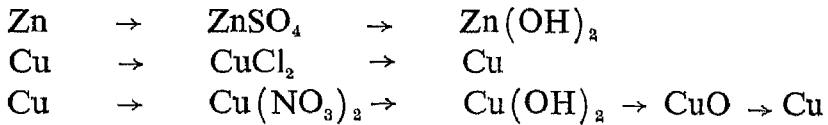
उदाहरण के लिए—जस्त, लोहे से आरंभ करके अपनी दाहिनी ओर के प्रत्येक धातु के लवण के विलयन से उस धातु को तथा एसिड के विलयन से हाइड्रोजन को विस्थापित कर सकता है। ताँबा, एसिड के हाड्रोजन को विस्थापित नहीं कर सकता, परन्तु चाँदी, पारे तथा सोने के लवणों के विलयन से उन धातुओं को विस्थापित कर सकता है। यह ध्यान रखना चाहिए कि **धातु की सक्रियता-माला का उपयोग केवल उन विस्थापन क्रियाओं में हो सकता है जिनमें प्रतिक्रिया धातु तथा लवणों के विलयन या धातु तथा एसिड के बीच हो।**

इस माला से हम सभी उभय-अपघटन क्रियाओं को नहीं समझा सकते क्योंकि ऐसी सभी क्रियाओं में मुक्त धातु भाग नहीं लेते।

लवणों के विलयन से धातुओं के विस्थापन की क्रिया का काफी उपयोग उद्योगों में होता है।

प्रश्न

1. उन क्रियाओं के समीकरण लिखो जिनसे निम्नलिखित परिवर्तन किए जा सकते हैं :

$$Zn \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2$$
$$Cu \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu$$
$$Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu$$

2. कापर सल्फ़ेट विलयन से 960 कि० ग्राम कापर को विस्थापित करने के लिए कितने लोहे की आवश्यकता होगी ?

(उत्तर : 840 कि० ग्राम)

3. फ़ेरिक नाइट्रेट से 32·8 ग्राम फ़ेरिक हाइड्रॉक्साइड प्राप्त करने के लिए कितना कास्टिक सोडा आवश्यक होगा ?

(उत्तर : 36 ग्राम)

4. पौधों पर छिड़काव के लिए नीले थोथे का विलयन एक बाल्टी में रखा गया है जिसमें जस्त की कलई की हुई है। क्या कारण है कि थोड़े समय बाद बाल्टी में छेद हो गया है ?
5. कापर सल्फ़ेट विलयन से ताँबा कैसे प्राप्त किया जा सकता है ?
6. 62·4 ग्राम बेरियम क्लोराइड के विलयन में पर्याप्त पोटाशियम सल्फ़ेट का विलयन मिलाओ। कितना $BaSO_4$ अवक्षेपित होगा ?

(उत्तर : 69·9 ग्राम)

7. 80 ग्राम संगमरमर ($CaCO_3$) पर हाइड्रोक्लोरिक एसिड की क्रिया से कितनी कार्बन डाइआक्साइड प्राप्त होगी ? (1 लिटर CO_2 का भार=1·96 ग्राम)

(उत्तर : 1·79 लीटर)

8. निम्नलिखित क्रियाओं के समीकरण लिखो :
   (क) बेरियम कार्बोनेट की नाइट्रिक एसिड के साथ।
   (ख) कापर सल्फ़ेट की बेरियम क्लोराइड के साथ।
9. ऐसे क्रियाओं के उदाहरण दो जिनमें—
   (क) अविलेय बेस तथा विलेय लवण प्राप्त होते हों।
   (ख) विलेय बेस तथा अविलेय लवण प्राप्त होते हों।
   इनके समीकरण भी लिखो।

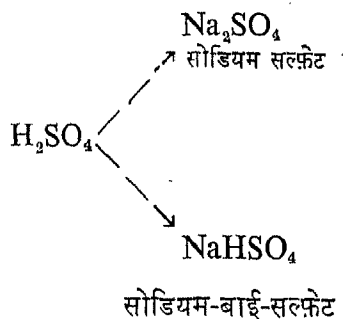
10. समझाओ कि ताँबा या जस्त के बर्तन में हम फ़ेरस सल्फ़ेट का विलयन क्यों नहीं रख सकते ?
11. ज़िंक के किसी लवण को लेकर उभय-अपघटन की क्रिया से हम ज़िंक नाइट्रेट कैसे प्राप्त कर सकते हैं ? इन क्रियाओं के समीकरण लिखो।
12. उभय-अपघटन की क्रिया से कापर क्लोराइड से कापर नाइट्रेट कैसे प्राप्त करोगे ? क्रिया का समीकरण लिखो।
13. ऐसी दो उभय-अपघटन क्रियाओं को लिखो जिनमें ज़िंक सल्फ़ेट प्राप्त किया जा सकता है।
14. मैग्नीशियम क्लोराइड से मैग्नीशियम नाइट्रेट कैसे प्राप्त करोगे ? इसका समीकरण लिखो।
15. क्या उभय अपघटन क्रिया से कास्टिक सोडा प्राप्त किया जा सकता है ? यदि हाँ तो कैसे ?

12. लवणों के नाम तथा संघटन

लवण एसिड से उत्पन्न ऐसे पदार्थ हैं, जो धातु द्वारा एसिड के हाइड्रोजन के विस्थापन से प्राप्त हैं।

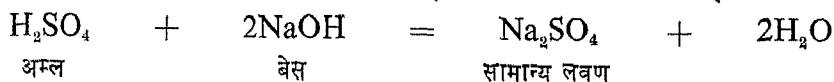
यदि किसी एसिड के अणु में हाइड्रोजन के दो या अधिक परमाणु हों (बहु-क्षारीय अम्ल) जैसे H_2SO_4 तो यह सम्भव है कि एसिड में से एक या दोनों हाइड्रोजन परमाणु धातुओं से विस्थापित हो सके।

उदाहरण के लिए—

सोडियम-बाई-सल्फ़ेट

इन लवणों के बनने को (दोनों लवणों को) इस प्रकार दिखा सकते हैं :

$$\underset{\text{अम्ल}}{H_2SO_4} + \underset{\text{बेस}}{2NaOH} = \underset{\text{सामान्य लवण}}{Na_2SO_4} + 2H_2O$$

$$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$$

अम्ल बेस अम्लीय लवण

जब किसी अम्ल के अणु के सारे हाइड्रोजन परमाणु धातु के परमाणुओं से विस्थापित हो जायें उसे सामान्य लवण कहते हैं। जब किसी एसिड के अणु के केवल कुछ हाइड्रोजन परमाणु धातु के परमाणुओं से विस्थापित हों तो उसे अम्लीय लवण कहते हैं।

सोडियम बाइसल्फ़ेट में एक-संयोजक रेडिकल 'बाइसल्फ़ेट' ($-HSO_4$) है। बहुक्षारीय अम्ल ही एक से अधिक एसिड रेडिकल बना सकते हैं और केवल इन्हीं अम्लों से अम्लीय लवण बन सकते हैं। उदाहरण के लिए सल्फ़्यूरिक एसिड से रेडिकल $-HSO_4$ तथा $=SO_4$ बनते हैं जो क्रमश: अम्लीय लवण तथा सामान्य लवण के रेडिकल हैं। एकक्षारीय अम्लों के अम्लीय लवण नहीं होते हैं। चूँकि लवण धातु के परमाणु तथा एसिड रेडिकल संयोजन से बनते हैं, इसलिए इनके नाम में पहले धातु का नाम और उसके बाद एसिड रेडिकल का नाम रखा जाता है। इसको हम निम्नलिखित उदाहरणों से दिखा सकते हैं :

सूत्र	लवणों का नाम	किस एसिड से प्राप्त
$Ca(NO_3)_2$	कैल्सियम नाइट्रेट	HNO_3
$NaCl$	सोडियम क्लोराइड	HCl
$CuCO_3$	कापर कार्बोनेट	H_2CO_3
$NaHCO_3$	सोडियम बाइकार्बोनेट	H_2CO_3
$Al_2(SO_4)_3$	एलुमिनियम सल्फ़ेट	H_2SO_4
Na_3PO_4	सोडियम फ़ास्फ़ेट	H_3PO_4
Na_2HPO_4	सोडियम हाइड्रोजन फ़ास्फ़ेट	H_3PO_4
$BaCl_2$	बेरियम क्लोराइड	HCl
$AlBr_3$	एल्युमिनियम ब्रोमोइड	HBr
ZnS	ज़िंक सल्फाइड	H_2S

यदि किसी एसिड रेडिकल से किसी धातु के दो लवण प्राप्त होते हों तो उनके नाम इस प्रकार से होते हैं :

1. $FeSO_4$—फ़ेरस सल्फ़ेट (लोहे की संयोजकता 2)

   $Fe_2(SO_4)_3$—फ़ेरिक सल्फ़ेट (लोहे की संयोजकता 3)

2. $FeCl_2$—फ़ेरस क्लोराइड (लोहे की संयोजकता 2)
   $FeCl_3$—फ़ेरिक क्लोराइड (लोहे की संयोजकता 3)

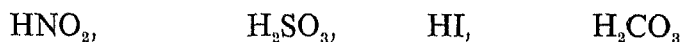
जिस लवण में धातु की संयोजकता कम होती है उसके नाम के साथ 'अस' जोड़ दिया जाता है तथा जिसमें धातु की संयोजकता अधिक होता है उसके नाम के साथ 'इक' जोड़ दिया जाता है। यह नियम आक्सी एसिड तथा नान-आक्सी-एसिड दोनों के लिए लागू होता है।

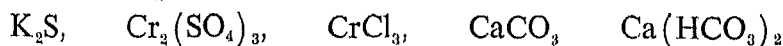
कभी-कभी लवणों के रासायनिक नाम के स्थान पर उनके साधारण नाम प्रयोग किए जाते हैं। जैसे :

सूत्र	रासायनिक लाभ	साधारण नान
$NaCl$	सोडियम क्लोराइड	साधारण नमक
Na_2CO_3	,, कार्बोनेट	धावन सोडा
K_2CO_3	पोटाशियम ,,	पोटाश
$CuSO_4$	कापर सल्फ़ेट	नीला थोथा
$AgNO_3$	सिल्वर नाइट्रेट	लूनर कास्टिक

प्रश्न

1. निम्नलिखित अम्लों का पोटाशियम तथा ज़िंक से प्राप्त सभी लवणों के नाम तथा सूत्र लिखो।

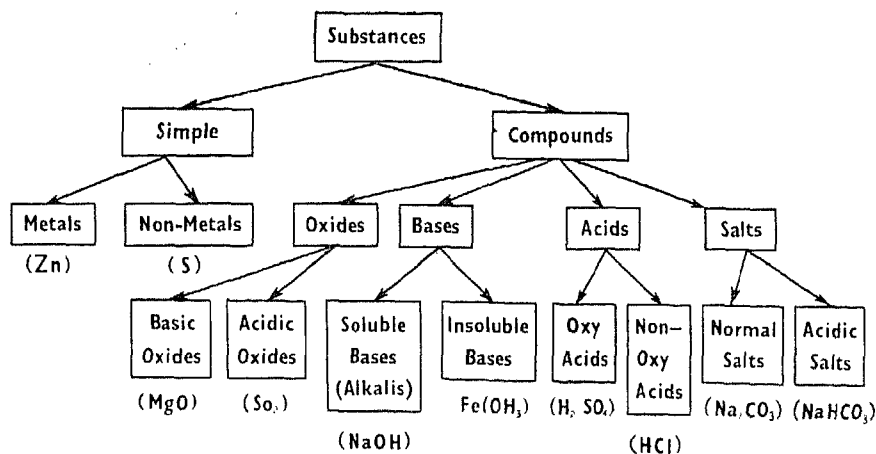
   HNO_2, H_2SO_3, HI, H_2CO_3

2. निम्नलिखित सूत्र वाले लवणों के क्या नाम होंगे ?

   K_2S, $Cr_2(SO_4)_3$, $CrCl_3$, $CaCO_3$ $Ca(HCO_3)_2$

3. निम्नलिखित लवणों के सूत्र लिखो :

   क्यूप्रस आक्साइड　　क्यूप्रिक क्लोराइड
   फ़ेरिक सल्फ़ेट　　फ़ेरस क्लोराइड

13. अकार्बनिक योगिकों का पारस्परिक संबंध

पहले तुमने पदार्थों को सरल तथा योगिक पदार्थों में बाँटा था। अब तुमने अकार्बनिक यौगिकों की मुख्य श्रेणियों के बारे में पढ़ा है। अकार्बनिक यौगिकों का वर्गीकरण हम निम्न-लिखित ढंग से कर सकते हैं (चित्र 11)।

प्रत्येक श्रेणी का एक उदाहरण कोष्ठक में दिया गया है।

चित्र 11. अकार्बनिक यौगिकों का पारस्परिक सम्बन्ध

यौगिक की ये श्रेणियाँ एक दूसरे से कैसे संबंधित हैं ?

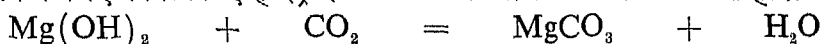
आओ पहले एक सरल पदार्थ मैग्नीशियम को लें। इसको हवा या आक्सीजन में गरम करने पर हमको मैग्नीशियम आक्साइड प्राप्त होती है।

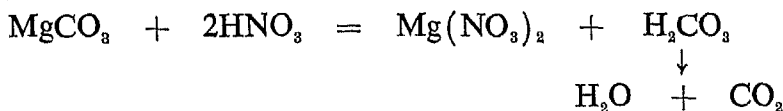
$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

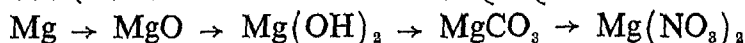
इस पर पानी की क्रिया से एक बेस मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड प्राप्त होगा।

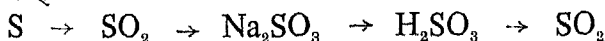
$$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$$

मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड किसी एसिड एन्हाइड्राइड से क्रिया करके लवण बनाएगा। उदाहरण के लिए कार्बनिक एन्हाइड्राइड से लवण मैग्नीशियम कार्बोनेट प्राप्त होगा।

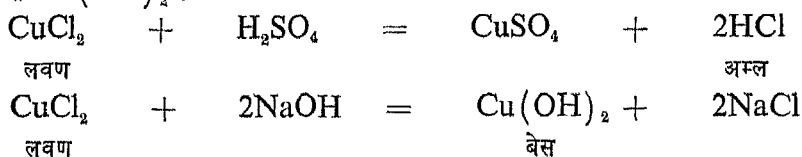
$$Mg(OH)_2 + CO_2 = MgCO_3 + H_2O$$

इस लवण पर किसी एसिड की क्रिया से कार्बनिक एसिड तथा एक नया लवण प्राप्त होगा। जैसे, नाइट्रिक एसिड की क्रिया से मैग्नीशियम नाइट्रेट बनेगा। साथ-ही-साथ कार्बोनिक एसिड भी बनेगा जो उसी समय कार्बन डाइआक्साइड तथा पानी में विघटित हो जाएगा।

$$MgCO_3 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2CO_3$$
$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$

इस प्रकार इन क्रियाओं से निम्नलिखित परिवर्तन होते हैं :

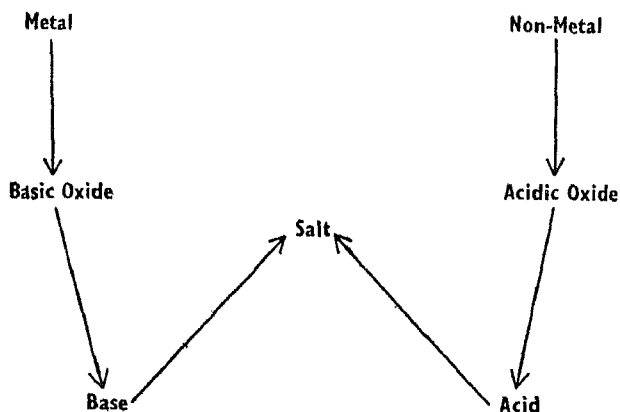
$$Mg \rightarrow MgO \rightarrow Mg(OH)_2 \rightarrow MgCO_3 \rightarrow Mg(NO_3)_2$$

उदाहरण के लिए एक अधात्विक तत्व गंधक को लो । इसमें भी क्रमश: निम्नलिखित परिवर्तन हो सकते हैं :

$$S \rightarrow SO_2 \rightarrow Na_2SO_3 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow SO_2$$

किसी लवण पर सल्फ्यूरिक एसिड की क्रिया से एक अन्य अम्ल प्राप्त हो सकता है जैसे, $CuCl_2$ पर H_2SO_4 की क्रिया से हाइड्रोक्लोरिक एसिड । इसी प्रकार लवण और कास्टिक सोडा की क्रिया से अन्य बेस प्राप्त हो सकता है जैसे, $CuCl_2$ पर कास्टिक सोडा की क्रिया से $Cu(OH)_2$ ।

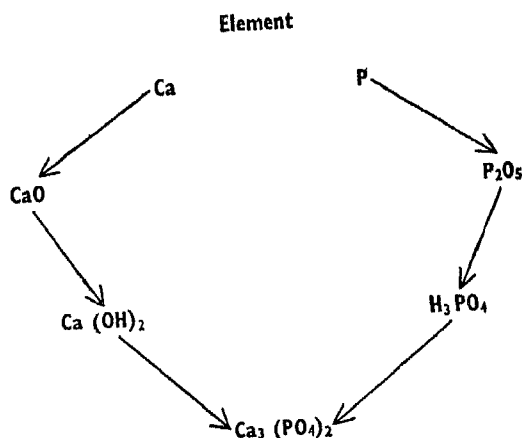
$$\underset{\text{लवण}}{CuCl_2} + H_2SO_4 = CuSO_4 + \underset{\text{अम्ल}}{2HCl}$$

$$\underset{\text{लवण}}{CuCl_2} + 2NaOH = \underset{\text{बेस}}{Cu(OH)_2} + 2NaCl$$

दूसरे धातु और अधातु में भी इसी प्रकार परिवर्तन हो सकते हैं, जैसे सरल पदार्थ से आक्साइड, बेस, एसिड तथा लवण बनाए जा सकते हैं । लवण से एसिड, तथा बेस, और एसिड तथा बेस से आक्साइड विभिन्न परिवर्तनों से प्राप्त हो सकते हैं ।

धातु और अधातु हवा या आक्सीजन में आक्सीकरण की क्रिया से आक्साइड बनाते हैं । आक्साइड से दूसरी श्रेणियों के यौगिक बनाए जा सकते हैं । अम्ल, बेस के साथ प्रतिक्रिया करके लवण बनाते हैं । लवणों की प्रतिक्रिया से एसिड तथा बेस प्राप्त हो सकते हैं । एसिड तथा बेस के निर्जलीकरण से आक्साइड प्राप्त हो सकते हैं ।

सरल पदार्थ, आक्साइड, बेस, एसिड तथा लवणों का आपस में संबंध निम्नलिखित चित्र 12 मे दिखाया गया है ।

चित्र 12

इस संबंध को हम दो सरल पदार्थ कैल्सियम तथा फ़ास्फ़ोरस लेकर देख सकते हैं (चित्र 13)।

इस प्रकार हम देखते हैं कि सरल पदार्थ तथा उनके यौगिकों में आपस में संबंध होता

चित्र 13

है। प्रकृति में तथा हमारे दैनिक जीवन में जो बहुत से रासायनिक परिवर्तन होते रहते हैं, वे इसी संबंध पर आधारित हैं।

प्रायोगिक कार्य (4)

अकार्बनिक यौगिकों की मुख्य श्रेणियों का अध्ययन (प्रायोगिक समस्याएँ)

उपकरण : स्प्रिट लैम्प, स्टैंड सहित परखनली, छल्ली सहित रिटार्ट स्टैंड, एसबेस्टस लगी जाली, चीनी की प्याली, बीकर, फ़्लास्क, फ़नल, फ़िल्टर पेपर, निकास नली तथा डाट।

अभिकर्मक : अम्ल, एल्कली तथा लवण के विलयन, सूखे लवण तथा लिटमस और फ़िनौपथ-लीन का विलयन।

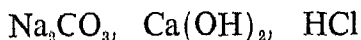
समस्या 1 : दो परखनलियों में से एक में कैल्सियम आक्साइड तथा दूसरी में फ़ास्फ़ोरिक एन्हाइड्राइड दिए गए है। प्रत्येक की पहचान करो।

समस्या 2 : तीन परखनलियाँ दी हुई हैं जिनमें से एक में अम्ल, दूसरी में एल्कली तथा तीसरी में लवण है। पता लगाओ कि किस परखनली में क्या है ?

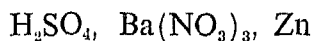
समस्या 3 : कापर आक्साइड से कापर हाइड्रॉक्साइड बनाओ और अभिक्रिया मिश्रण से उसे अलग करो।

समस्या 4 : कापर सल्फ़ेट तथा कास्टिक सोडा के विलयन दिए गए हैं। इनसे कापर आक्साइड बनाओ और सिद्ध करो कि यह बेसिक हैं।

समस्या 5 : निम्नलिखित पदार्थ दिए गए हैं :

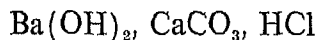
$$Na_2CO_3, \quad Ca(OH)_2, \quad HCl$$

इनका उपयोग करके कैल्सियम कार्बोनेट बनाओ।

समस्या 6 : निम्नलिखित पदार्थ दिए गए हैं :

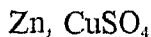
$$H_2SO_4, \quad Ba(NO_3)_3, \quad Zn$$

इनका उपयोग करके ज़िंक नाइट्रेट का विलयन बनाओ और अन्य पदार्थों से लवण को अलग करो।

समस्या 7 : उभय अपघटन की क्रिया का उपयोग करके KOH का विलयन बनाओ और उसे निथारो।

समस्या 8 : निम्नलिखित पदार्थ दिए गए हैं :

$$Ba(OH)_2, CaCO_3, HCl$$

इनसे बेरियम कार्बोनेट बनाकर उसे अभिक्रिया मिश्रण से अलग करो।

समस्या 9 : ज़िंक क्लोराइड का विलयन निम्नलिखित पदार्थों का उपयोग करके बनाओ :

$$Zn, CuSO_4$$

समस्या 10 : पोटाशियम कार्बोनेट से कार्बोनिक एन्हाइड्राइड बनाओ और सिद्ध करो कि यह अम्लीय आक्साइड है।

समस्या 11 : प्रयोग द्वारा सिद्ध करो कि मैग्नीशियम आक्साइड एक बेसिक आक्साइड है।

समस्या 12 : ज़िंक (Zn) तथा कास्टिक सोडा (NaOH) का उपयोग करके ज़िंक हाइड्रॉक्साइड $Zn(OH)_2$ बनाओ और इसे अभिक्रिया मिश्रण से अलग करो।

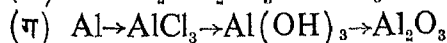
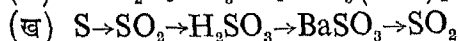
टिप्पणी

छात्रों की प्रत्येक टोली को ऊपर की समस्याओं में से दो या तीन अलग-अलग देना चाहिए।

कुछ प्रमुख अम्लों के लवणों की तालिका

अम्ल का नाम तथा सूत्र	एसिड रेडिकल की संयोजकता तथा सूत्र	लवण का नाम	कुछ लवणों के नाम तथा सूत्र
हाइड्रोक्लोरिक एसिड HCl	I, —Cl	क्लोराइड	$MgCl_2$ मैग्नीशियम क्लोराइड NaCl सोडियम क्लोराइड
हाइड्रोजन सल्फ़ाइड H_2S	II, =S	सल्फ़ाइड	ZnS ज़िंक सल्फ़ाइड FeS फ़ेरस ,,
नाइट्रिक एसिड HNO_3	I, $—NO_3$	नाइट्रेट	$Ba(NO_3)_2$ बेरियम नाइट्रेट KNO_3 पोटाशियम नाइट्रेट
कार्बोनिक एसिड H_2CO_3	II, $=CO_3$	कार्बोनेट	Na_2CO_3 सोडियम कार्बोनेट $CaCO_3$ कैल्सियम कार्बोनेट $NaHCO_3$ सोडियम बाइकार्बोनेट
सल्फ़्यूरस एसिड H_2SO_3	II, $=SO_3$	सल्फ़ाइट	K_2SO_3 पोटाशियम सल्फ़ाइट Na_2SO_3 सोडियम सल्फ़ाइट $NaHSO_3$ सोडियम बाई सल्फ़ाइट
सिलिसिक एसिड H_2SiO_3	II, $=SiO_3$	सिलिकेट	$CaSiO_3$ कैल्सियम सिलिकेट Na_2SiO_3 सोडियम सिलिकेट
सल्फ़्यूरिक एसिड H_2SO_4	II, $=SO_4$	सल्फ़ेट	$CuSO_4$ कापर सल्फ़ेट Na_2SO_4 सोडियम सल्फ़ेट K_2SO_4 पोटाशियम सल्फ़ेट $KHSO_4$ पोटाशियम हाइड्रोजन सल्फ़ेट
फ़ास्फ़ोरिक एसिड H_3PO_4	III, $\equiv PO_4$	फ़ास्फ़ेट	$AlPO_4$ एलुमिनियम फ़ास्फ़ेट Na_3PO_4 सोडियम फ़ास्फ़ेट Na_2HPO_4 सोडियम हाइड्रोजन फ़ास्फ़ेट

प्रश्न

1. निम्नलिखित परिवर्तनों को कैसे सम्पन्न कर सकते हो ? प्रत्येक क्रिया का समीकरण लिखो ।
   (क) $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2$
   (ख) $S \rightarrow SO_2 \rightarrow H_2SO_3 \rightarrow BaSO_3 \rightarrow SO_2$
   (ग) $Al \rightarrow AlCl_3 \rightarrow Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3$
2. निम्नलिखित क्रियाओं से सोडियम हाइड्रॉक्साइड बनाने का समीकरण लिखो ।
   (क) संयोजन क्रिया
   (ख) उभय-अपघटन क्रिया
3. 14·8 ग्राम कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के सम्पूर्ण उदासीनीकरण के लिए कितनें ग्राम नाइट्रिक एसिड की आवश्यकता होगी ?

   (उत्तर : 25.2 ग्राम)
4. किसी विलयन में 28 ग्राम कास्टिक पोटाश है। नाइट्रिक, सल्फ़्यूरिक तथा हाइड्रोक्लोरिक एसिडों में किस एसिड को चुना जाना चाहिए कि कम से कम भार से सम्पूर्ण उदासीनीकरण हो जाय ।

   (उत्तर : हाइड्रोक्लोरिक एसिड)
5. 16 ग्राम कास्टिक सोडा से अधिक से अधिक माला में लवण प्राप्त करने के लिए कितने लिटर कार्बन डाइआक्साइड की आवश्यकता होगी ? (सामान्य स्थिति में एक लिटर कार्बन डाइआक्साइड का भार 1·96 ग्राम है)

   (उत्तर : 4·5 लिटर)
6. समीकरण सहित समझाओ कि निम्नलिखित क्रिया द्वारा मैग्नीशियम सल्फ़ेट कैसे बनाया जा सकता है ?
   (क) संयोजन क्रिया
   (ख) उभय-अपघटन क्रिया
   (ग) विस्थापन क्रिया
7. नीले थोथे के विलयन से 12.8 ग्राम ताँबे का विस्थापन कराने के लिए कितने ग्राम लोहे की आवश्यकता होगी ?

   (उत्तर : 11.2 ग्राम)
8. फ़ेरस आक्साइड पर हाइड्रोक्लोरिक एसिड की क्रिया से 3.25 ग्राम फ़ेरस क्लोराइड प्राप्त हुआ । फ़ेरस आक्साइड का भार कितना था ?

   (उत्तर : 1.6 ग्राम)

9. पोटाशियम कार्बोनेट तथा बेरियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन के मिश्रण से 3.94 ग्राम अवक्षेप प्राप्त हुआ। अवक्षेप का सूत्र तथा आरंभिक पदार्थों के भार बताओ ?

10. विभिन्न रीतियों से एलुमिनियम क्लोराइड बनाने की क्रियाओं के समीकरण लिखो।

11. ज़िक आक्साइड से आरम्भ करके ज़िक हाइड्रॉक्साइड कैसे प्राप्त किया जा सकता है ? क्रियाओं के समीरण भी लिखो।

12. ऐसी क्रियाओं के समीकरण लिखो जिनसे बेरियम कार्बोनेट प्राप्त किया जा सकता है।

13. एक हज़ार कि० ग्राम बुझे हुए चूने को प्राप्त करने के लिए कितने कि० ग्रा० कैल्सियम आक्साइड की आवश्यकता होगी ?

(उत्तर : 756.7 कि० ग्रा०)

14. क्या एलुमिनियम के बने पात्र में निम्नलिखित लवण के विलयनों का रखना उचित होगा ? कैल्सियम के लवण, ताँबे के लवण और पारे के लवण। कारण सहित समझाओ।

15. 20 कि० ग्राम कास्टिक सोडा के साथ नाइट्रिक एसिड की प्रतिक्रिया से कितना कि० ग्रा० सोडियम नाइट्रेट प्राप्त होगा ?

16. आइरन नाइट्रेट से आइरन आक्साइड प्राप्त करने की क्रियाओं के समीकरण लिखो।

17. मैग्नीशियम नाइट्रेट से मैग्नीशियम क्लोराइड कैसे प्राप्त हो सकता है ?

अध्याय 2

कृषि में रसायन शास्त्र

हमारे जीवन में खेती का बहुत ही महत्त्व है तथा खेती हमारे देश का सबसे प्रमुख धंधा है।

हमारे जैसे देश में जहाँ पर जनसंख्या तेज़ी के साथ बढ़ रही है खेती का उत्पादन भी उसी तेज़ी के साथ बढ़ना आवश्यक है जिससे कि सबको पर्याप्त खाद्य पदार्थ मिल सके। जीव विज्ञान ने अच्छे बीज और क़लम प्रदान कर और पौधे की रोग-प्रतिरोध में समर्थ और अधिक उत्पादनशील नस्लों को तैयार करके हमारे जीवन में बहुत लाभदायक योगदान किया है। खेती के उद्योग तथा अधिक और अच्छी फ़सल के उत्पादन में रसायन-विज्ञान का महत्त्वपूर्ण स्थान है।

पौधे मिट्टी में उगते हैं जहाँ से वे अपनी वृद्धि के लिए आवश्यक पोषक पदार्थ प्राप्त करते हैं। इसलिए पौधों की वृद्धि से भूमि में इन पोषक पदार्थों की कमी होती जाती है। इसके अतिरिक्त सब पौधों को एक-से पोषक पदार्थ की आवश्यकता नहीं होती। इसलिए फ़सल के अनुसार भूमि में विभिन्न पोषक तत्वों की कमी होती रहती है।

हम कैसे जान सकते हैं कि फ़सल के लिए भूमि में किन पोषक तत्वों की आवश्यकता है तथा वे पर्याप्त मात्रा में है या नहीं ? यह भूमि-परीक्षण प्रयोगशालाओं में मिट्टी के विश्लेषण से जाना जा सकता है।

14. भूमि के प्रकार—अम्लीय या क्षारीय

कुछ भूमि ऐसी होती है जिसमें क्षार की मात्रा अधिक होती है इसलिए वह भूमि कम उत्पादक या बंजर होती है। दूसरी ओर कुछ भूमि में अम्लीय गुण अधिक होता है और यह भी कम उत्पादक होती है। अच्छी भूमि में न तो अधिक अम्ल और न अधिक क्षार ही होता है बल्कि इन दोनों तत्वों का सामंजस्य होता है।

प्रयोग

मिट्टी के दिए हुए नमूने को अलग-अलग परखनलियों या बीकरों में लो। प्रत्येक में थोड़ा पानी मिलाओ और अच्छी तरह हिलाओ। इसके बाद प्रत्येक को अलग अलग छान लो और फ़िल्टरित द्रव को नीले तथा लाल लिटमस काग़ज़ से जाँच करो। उस भूमि के बारे में इस प्रयोग से प्राप्त अपने निरीक्षण तथा निष्कर्ष लिखो।

भूमि-परीक्षण-प्रयोगशालाओं में न केवल मिट्टी के अम्लीय या क्षारीय गुण का पता लगाया जाता है वरन् भूमि के सभी अवयवों का विश्लेषण किया जाता है।

हम यह जानते हैं कि भारत में लगभग 1·2 करोड़ एकड़ 'ऊसर' या 'क्षारीय' भूमि है, जो जिप्सम या और आवश्यक रासायनिक उपचारों के द्वारा खेती के योग्य बनाई जा रही है। ऊसर भूमि को उर्वर बनाने में जिप्सम के साथ कभी-कभी 'ढेंचा' (सेस्बेनिया ऐस्कूलिएटा) नामक हरी खाद का उपयोग करते हैं।

अम्लीय भूमि पर चूने के उपयोग से अम्लों का उदासीनीकरण किया जा सकता है।

मिट्टी के विश्लेषण से किसानों को पता लग जाता है कि भूमि में विशेष गुण कैसे हैं और उनमें उपस्थित किस विशेष दोष का उपचार हो सकता है।

15. कृषि के क्षेत्र में रसायन शास्त्र

पौधों की आवश्यक अभिवृद्धि के लिए थोड़ी बहुत मात्रा में कुछ विशेष प्रकार के तत्त्वों की आवश्यकता होती है (उनकी संख्या 22 तक हो सकती है।) भूमि को कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के अतिरिक्त सभी तत्त्व रासायनिक खाद या दूसरी खादों से प्राप्त होते हैं। इन तत्त्वों में सबसे मुख्य तत्त्व नाइट्रोजन, फ़ास्फ़ोरस तथा पोटाशियम है। इन्हीं तीन तत्त्वों की अधिक मात्रा में आवश्यकता होती है। इन तत्त्वों को **मुख्य पोषक तत्त्व** कहते हैं। इनके अलावा अन्य आवश्यक तत्त्वों को **गौण तत्त्व** कहते हैं। कुछ अन्य तत्त्वों की आवश्यकता बहुत कम मात्रा में होती है। इनको **सूक्ष्म पोषक** तत्त्व कहते हैं। विभिन्न पौधों की वृद्धि के विभिन्न स्तरों पर पौधों को इन पोषक तत्त्वों की विभिन्न मात्राएँ आवश्यक होती हैं।

तालिका

पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक पोषक तत्त्व
तथा उनकी प्राप्ति के साधन

हवा तथा पानी से प्राप्त तत्त्व	मिट्टी, उर्वरक तथा खाद से		
	मुख्य पोषक तत्त्व	गौण तत्त्व	सूक्ष्म पोषक तत्त्व
काबन	नाइट्रोजन*	कैल्सियम	कापर
			मेंग्नीज़
			कोबाल्ट
हाइड्रोजन	फ़ास्फ़ोरस	मैग्नीशियम	जिंक
आक्सीजन	पोटाशियम	लोहा	बोरन

*दाल देने वाले पौधे (लेग्यूमीनस) नाइट्रोजन का कुछ अंश वायु से प्राप्त करते हैं। दूसरे सभी पौधे केवल भूमि से नाइट्रोजन प्राप्त करते हैं।

भूमि में रासायनिक या दूसरी खादों को डालकर आवश्यक तत्त्वों की कमी पूरी की जा सकती है।

जानवरों द्वारा विसर्जित मल या पौधों के अवशेष के विघटन से प्राप्त प्राकृतिक पदार्थों को खाद कहते हैं।

रासायनिक उर्वरक से तात्पर्य उन लवणों से होता है जिनमें आवश्यक पोषक तत्त्व उपस्थित हों।

रासायनिक उर्वरक : प्रमुख पोषक तत्त्वों के आधार पर रासायनिक उर्वरक का वर्गीकरण निम्नलिखित प्रकार से किया जा सकता है: (अ) पोटाशियम उर्वरक (ब) नाइट्रोजन उर्वरक (स) फ़ास्फ़ोरस उर्वरक।

सामान्यत: ये नाइट्रिक, फ़ास्फ़ोरिक और अन्य अम्लों के लवण होते हैं। प्रत्येक रासायनिक खाद में इनमे से एक पोषक तत्त्व उपस्थित होता है। कुछ ऐसे उर्वरक भी होते हैं जिनमें दो या तीन पोषक तत्त्व हों। ये **मिश्रित उर्वरक** कहलाते हैं। विभिन्न खादों को मिलाकर भी उनका उपयोग किया जाता है। खादों के अलग-अलग उपयोग से इन मिश्रित

खादों का उपयोग अधिक प्रभावशाली होता है। तुम पहले देख चुके हो कि चूने तथा जिप्सम का उपयोग भूमि को उदासीन बनाने में किया जाता है। इन पदार्थों को प्रायः 'अप्रत्यक्ष उर्वरक' कहते हैं क्योंकि यह उर्वरक की उपयोगिता को बढ़ाते हैं।

अब हमारे देश में उर्वरक की बढ़ती हुई माँग को पूरा करने के लिए रासायनिक उर्वरक बनाए जा रहे हैं। सन 1965 में हमारे देश में 243,000 टन नाइट्रोजन उर्वरक बनाई गई और 1,04,144 टन विदेशों से आयात की गई। यह अनुमान किया गया है कि सन 1967-68 में लगभग 1,350,000 टन तथा 1970-71 में लगभग 2,400,000 टन उर्वरक की आवश्यकता होगी।

भारत में उर्वरक उत्पादन के प्रमुख कारखाने बिहार में सिंदरी, केरल में अल्वए, पंजाब में नाँगल, उड़ीसा में राउरकेला तथा उत्तर प्रदेश में गोरखपुर में स्थित हैं। इनके अतिरिक्त ऐसे कारखाने महाराष्ट्र में बंबई, आसाम में नामरूप, बंगाल में दुर्गापुर तथा केरल में कोचीन में भी बनाने की योजना है। जब इन सभी कारखानों में पूर्ण मात्रा में उत्पादन आरंभ हो जाएगा तो यह आशा की जाती है कि हमारे देश में उर्वरक की माँग पूरी हो जाएगी।

खरपतवार और हानिकारक जीव जंतुओं की रोक थाम : खेती के लिए रसायन की दूसरी देन अनाज पर लगने वाले कीड़ों का नाश करना तथा खरपतवार की वृद्धि को रोकना भी है। 'वीड' या खरपतवार उन पौधों को कहते हैं जो किसी फ़सल के साथ स्वतः ही उग जाते हैं। उर्वरक में ऐसे पोषक तत्व उपस्थित हैं जिनसे पौधों की वृद्धि में सहायता मिलती है। साथ ही साथ यह उन खरपतवारों की वृद्धि में भी सहायक होते हैं जो कि फ़सल के लिए बेकार हैं। खरपतवार भूमि से पोषण तत्त्वों का हरण कर पौधों के उत्पादन मूल्य को बढ़ाते हैं। साथ ही साथ ये उपयोगी पौधों की वृद्धि को भी कम कर देते हैं। इसलिए उपज की वृद्धि के लिए इन खरपतवारों को हटाना आवश्यक होता है।

खरपतवार मारने वाले पदार्थों के लिए यह आवश्यक है कि वे सस्ते व प्रभावशाली हों और सरलता से उपयोग में लाए जा सकें तथा मनुष्य और जानवरों को क्षति न पहुँचाएँ। इन सभी शर्तों की पूर्ति 2-4-D (2-4 डाइक्लोरोफ़ेनौक्सी एसेटिक एसिड) नामक रासायनिक पदार्थ में होती है। इसलिए यह लोकप्रिय वीड-नाशक हैं।

खेती के लिए हानिकारक जीव जंतुओं को मारने में भी रसायन-विज्ञान का उपयोग किया जाता है। हिसाब लगाकर यह पता लगाया गया है कि 4 चूहे एक मनुष्य के बराबर अनाज खा जाते हैं और मनुष्यों की जनसंख्या से चूहों की जनसंख्या चौगुनी है। इससे हम अनुमान लगा सकते हैं कि इन हानिकारक जीवों से हमें कितनी क्षति पहुँचती है। चूहों के अतिरिक्त कुछ कीड़े भी फ़सलों को अत्यधिक क्षति पहुँचाते हैं जैसे–टिड्डे। उचित रासायनिक

पदार्थों का विभिन्न रूप में उपयोग करके हानिकारक जीवों की रोकथाम की जाती है। किसी विशेष प्रकार के जीवों को मारने के लिए इनका उपयोग चूर्ण के रूप में, छिड़काव द्वारा या गैस के रूप में किया जा सकता है। ऐसे रसायनों के कुछ उदाहरण हैं, डी० डी० टी०, बी० एच० सी० या जिंक फ़ास्फ़ाइड। इनको कीटनाशक भी कहते हैं।

वृद्धि उद्दीपक : रसायन विज्ञान द्वारा हम न केवल पौधों को पर्याप्त पोषक तत्त्व देने में सहायता कर सकते हैं वरन् पौधों की वृद्धि की सारी क्रियाओं को अधिक सक्रिय भी बना सकते हैं। इस काम के लिए कुछ रासायनिक पदार्थों का उपयोग किया जाता है। इन पदार्थों को **वृद्धि उद्दीपक** कहते हैं। ये पदार्थ स्वयं पोषक तत्त्वों का काम नहीं करते। परंतु ये वृद्धि की क्रिया तथा पौधों के विभिन्न स्तरों के विकास के समय पर प्रभाव डालते हैं। उदाहरण के लिए बीज के जमने के समय, फूलों के खिलते समय, जड़ों की वद्धि के समय तथा फलों के पकते समय ये सहायता करते हैं। ईथिलीन गैस फलों के विकास में सहायता करती है।

कीड़ों को मारने के लिए ऐसे रासायनिक पदार्थों का प्रयोग किया जाता है जो विषैले होते हैं, इसलिए उनका उपयोग सावधानी से किया जाना चाहिए। डिब्बे पर दिए हुए निर्देशों को भी सावधानी से पालन करना चाहिए। ऐसे रासायनिकों को सदैव बंद डिब्बे में सूखे स्थान पर रखना चाहिए। उन डिब्बों पर निश्चित बिल्ला लगा होना चाहिए, जिससे कि वे असावधानी से मिलाए जाने पर खाद्य पदार्थों को विषैला न बना सकें। इन्हें बच्चों की पहुँच से बाहर रखें।

प्रश्न

1. रसायन-विज्ञान किस प्रकार से खेती में सहायता करता है?
2. पौधों को उर्वरक की क्यों आवश्यकता होती है?
3. पौधों की वृद्धि के लिए मुख्य तत्त्वों के नाम लिखो।
4. पोषक तत्त्व किन्हें कहते हैं और उनके उदाहरण दो।
5. गौण पोषक तत्त्व किन्हें कहते हैं? इनके उदाहरण दो।
6. सूक्ष्म पोषक तत्त्व किन्हें कहते हैं? इनके उदाहरण दो।
7. उर्वरक का वर्गीकरण किस प्रकार से किया जा सकता है?
8. अप्रत्यक्ष खाद किसे कहते हैं?
9. वीड-नाशक रासायनिक पदार्थों में क्या गुण होना चाहिए?
10. कीट-नाशक किन्हें कहते हैं? इनके उदाहरण दो।

रासायनिक उर्वरक

तुमनें देखा है कि आधुनिक खेती के कामों में रासायनिक उर्वरक का कितना महत्त्व है। उनका सही उपयोग करनें के लिए हमें उनके संघटन, गुण तथा व्यवहारों की उचित विधियाँ जानना आवश्यक है। इसके अतिरिक्त रासायनिक क्रियाओं द्वारा विभिन्न उर्वरक को एक दूसरे से पहचान सकना आवश्यक है।

16. पोटाश उर्वरक

पोधों में स्टार्च, चीनी, प्रोटीन, वसा तथा अन्य पदार्थों के उत्पादन में सहायता के लिए पोटाश उर्वरक की आवश्यकता होती है। भूमि में इसकी कमी से उपज कम होती जाती है तथा पौधे बीमार तथा कमज़ोर हो जाते हैं। उर्वरक का उपयोग अधिकतर पोटाशियम क्लोराइड लवण के रूप में होता है।

प्रयोग

पोटाश उर्वरक के दिए हुए नमूनें को ध्यान से देखो। यह देखने में कैसा है। पानी में इसकी विलेयता की जाँच करो।

पोटाशियम क्लोराइड उर्वरक सफ़ेद या भूरे रंग का चूर्ण होता है जो पानी में बहुत ही अधिक विलेय है। यह साधारणत: आर्द्रताग्राही (वायु में पानी के वाष्प का शोषण करनें वाला) नहीं है, परंतु अधिक समय तक खुली हवा में छोड़नें पर कुछ चिपचिपा हो जाता है।

पोटाशियम क्लोराइड (KCl) की पहचान :

(अ) पोटाशियम की जाँच

प्रयोग

एक पेंसिल के अंदर से ग्रैफ़ाइट की तीली निकालो। इसे सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डुबो कर साफ़ करो और इसके बाद इसके सिरे को पोटाश उर्वरक से छुआओ। ग्रैफ़ाइट की तीली के सिरे को, जिसमें लवण का कुछ भाग चिपका हो, स्प्रिट लैम्प या बर्नर की लौ के ऊपरी भाग में रखो। इसी क्रिया को पोटाशियम के दूसरे लवणों से भी दोहराओ।

नीले काँच की सहायता से तथा बिना काँच लिए, दोनों ही दशाओं में लौ के रंग को ध्यान से देखो।

लौ में विशिष्ट बैंजनी रंग की उपस्थिति पोटाशियम के यौगिकों की जाँच है। नीले काँच के अंदर से इस लौ का रंग गुलाबी प्रतीत होता है।

(आ) **क्लोराइड रेडिकल की जाँच**

प्रयोग

एक परखनली में थोड़ा पोटाशियम क्लोराइड लेकर लगभग 3 मि० ली० स्रवित पानी में घोल लो। स्वच्छ विलयन में सिलवर नाइट्रेट की कुछ बूंदें डालो, और देखो कि क्या परिवर्तन होता है। अब इनमें अमोनियम हाइड्रॉक्साइड की कुछ बूंदें डालकर फिर देखो कि क्या परिवर्तन होता है।

इस क्रिया में दही के समान सिल्वर क्लोराइड का सफ़ेद अवक्षेप नीचे जम जाता है।

यह अवक्षेप अमोनियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन में घुल जाता है। पोटाशियम सल्फ़ेट भी पोटाश उर्वरक के वर्ग में आता है।

पोटाशियम सल्फ़ेट की पहचान :

(अ) **पोटाशियम की जाँच**

पिछले प्रयोग की तरह पोटाशियम की पहचान ज्वाला परीक्षण द्वारा की जा सकती है क्योंकि पोटाशियम के प्रत्येक लवण द्वारा ज्वाला का रंग बैजनी हो जाता है।

(आ) **सल्फ़ेट रेडिकल की पहचान**

प्रयोग

पोटाशियम सल्फ़ेट की थोड़ी-सी मात्रा एक परखनली में लेकर लगभग 3 से 5 मि० ली० पानी में घोल लो। इस विलयन में बेरियम क्लोराइड विलयन की कुछ बूंदें डालो और देखो कि क्या होता है। अवक्षेप में 2 मि० ली० सांद्र नाइट्रिक अम्ल को मिलाकर देखो कि क्या परिवर्तन होता है।

इस क्रिया में बेरियम सल्फ़ेट का सफ़ेद अवक्षेप प्राप्त होता है।

यह अवक्षेप सांद्र नाइट्रिक अम्ल में भी नहीं घुलता है। लकड़ी की राख में लगभग 15 से 28 प्रतिशत पोटाश (पोटाशियम कार्बोनेट K_2CO_3) तथा अन्य यौगिकों के रूप में पोटाशियम होता है। इसलिए यह एक महत्त्वपूर्ण पोटाश उर्वरक है।

गृह कार्य

पोटाशियम कार्बोनेट की पहचान के लिए योजना तैयार करो तथा आवश्यक प्रयोगों द्वारा इसे पहचानो।

प्रश्न

1. निम्नलिखित यौगिकों के शुद्ध नमूनों में पोटाशियम की प्रतिशत मात्रा क्या होगी :
   (क) KNO_3 (ख) KCl
   (उत्तर : (क) 38·7% (ख) 52·8%)
2. पोटाशियम क्लोराइड का 0·4 प्रतिशत विलयन आलू की फ़सल के लिए उपयोग किया जाता है। 10 कि० ग्राम विलयन बनाने के लिए कितने ग्राम पोटाशियम क्लोराइड की आवयकता होगी ?
   (उत्तर : 40 ग्राम)
3. दो परखनलियों में निम्नलिखित खनिज दिए गए हैं, इन दोनों की पहचान कैसे करोगे ?
   (क) KCl (ख) K_2SO_4
4. यदि किसी खेत में फसलों के उगने में 5 कि० ग्राम पोटाशियम काम आता है तो पोटाशियम की इस कमी को पूरा करने के लिए निम्नलिखत उर्वरक की कितनी मात्रा आवश्यक होगी ?
   (क) KCl (ख) KNO_3
   (उत्तर : (क) 9·5 कि० ग्राम (ख) 12·9 कि० ग्राम)
5. सूर्यमुखी पौधे के तने की राख में 28 प्रतिशत पोटाश (पोटाशियम कार्बोनेट) होता है। भूमि में एक टन पोटाशियम क्लोराइड के स्थान पर इस राख की कितनी मात्रा मिलानी चाहिए कि पोटाशियम की मात्रा तुल्यांक हो जाए ?
   (उत्तर : 3·5 टन)

17. नाइट्रोजन उर्वरक

प्रोटीन के बनाने के लिए नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है। प्रोटीन के बिना जानवरों तथा पौधों का जीवन असंभव है। कुछ नाइट्रेट लवण जैसे शोरा (KNO_3) तथा कुछ अन्य नाइट्रोजन यौगिक जैसे अमोनियम सल्फ़ेट, या यूरिया का उपयोग नाइट्रोजन उर्वरक के रूप में होता है।

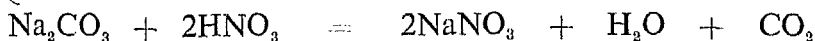
सोडियम नाइट्रेट (चिली का शोरा) $NaNO_3$

सोडियम की पहचान

प्रयोग

सोडियम नाइट्रेट के दिए हुए नमूने को ध्यान से देखो। इनकी अवस्था तथा रंग को देखो और जाँच करो कि यह पानी में विलेय है या नहीं।

शुद्ध रूप में चिली का शोरा एक सफ़ेद क्रिस्टलीय पदार्थ है जो पानी में अत्यंत विलेय है। यह सोडियम कार्बोनेट तथा नाइट्रिक एसिड की प्रतिक्रिया से बनाया जा सकता है।

$$Na_2CO_3 + 2HNO_3 = 2NaNO_3 + H_2O + CO_2$$

बाजारू चिली के शोरे में प्राय: कुछ अशुद्धियाँ मिली होती हैं जिनके कारण इनका रंग कुछ मटमैला या हल्का पीला सा हो जाता है। इसमें लगभग 16·1% नाइट्रोजन होता है और इसका उपयोग नाइट्रोजन उर्वरक के रूप में किया जाता है।

सोडियम नाइट्रेट की पहचान (चिली का शोरा)

प्रयोग

काँच की छड़ पर लगा हुआ एक प्लेटिनम का तार लो। इसको साफ़ करने के लिए पहले इसे सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डुबाओ और स्प्रिट लैम्प की लौ पर सुखाओ। अब तार को फिर एसिड में डुबोकर दुबारा सुखाओ। इस क्रिया को तब तक करो जब तक कि लौ के रंग पर कोई प्रभाव न पड़े। अब गरम तार को सोडियम नाइट्रेट से छुआओ। तार पर चिपके हुए रवों के साथ उसे स्प्रिट लैम्प या बर्नर की लौ के ऊपरी भाग में रखो। देखो कि लौ के रंग में क्या परिवर्तन होता है?

(प्लेटिनम धातु के स्थान पर किसी पैंसिल की साफ़ ग्रेफ़ाइट की तीली का भी उपयोग किया जा सकता है)

ऊपर के प्रयोग को सोडियम के किसी दूसरे लवण के साथ दोहराओ और देखो कि इसमें क्या कोई परिवर्तन होता है।

सोडियम के विभिन्न लवणों के साथ इस प्रकार के प्रयोगों से यह देखा जाता है कि लौ का रंग सुनहरा पीला हो जाता है। लौ के रंग का इस प्रकार परिवर्तन करना सोडियम के सभी लवणों का एक विशिष्ट गुण है।

आओ अब देखें कि एसिड रेडिकल की पहचान क्या हो सकती है?

प्रयोग

काठ कोयले का एक टुकड़ा लो और लौ पर इसके एक सिरे को इतना गरम करो कि वह लाल हो जाए। गरम सिरे पर सोडियम नाइट्रेट के चूर्ण का कुछ भाग छिड़को। तुम्हें क्या दिखाई पड़ता है? इसी क्रिया को कैल्सियम नाइट्रेट या किसी अन्य नाइट्रेट से करो।

सभी नाइट्रेट लवणों का एक विशेष गुण है कि उन्हें गरम लाल कोयले पर छिड़कने से चमकती हुई चिंगारियाँ उत्पन्न होती हैं।

कैल्सियम नाइट्रेट

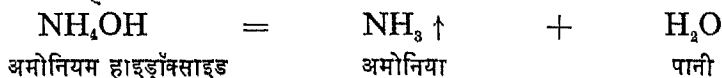
कैल्सियम नाइट्रेट एक अन्य यौगिक है जिसका उपयोग नाइट्रोजन उर्वरक के रूप में किया जाता है। यह पानी में विलेय दानों के रूप में या सफ़ेद शल्क के रूप में बनाया जाता है। इसमें लगभग 15-16 प्रतिशत नाइट्रोजन होता है। यह आर्द्रताग्राही है (हवा से पानी के वाष्प का शोषण करता है) और खुला छोड़ने पर इसीलिए चिपचिपा हो जाता है। इसलिए यह आवश्यक है कि कैल्सियम नाइट्रेट को विशेष बर्तनों में शुष्क अवस्था में रखा जाए।

कैल्सियम के यौगिकों की जाँच सरलता से की जा सकती है क्योंकि कैल्सियम लौ के रंग को पक्के ईंट की तरह लाल बना देता है।

अमोनियम नाइट्रेट

यह नाइट्रेट उर्वरकों में प्रमुख है। अमोनियम नाइट्रेट के एक नमूने को देखो तथा पानी में इसकी विलेयता की जाँच करो। यह ठोस क्रिस्टलीय पदार्थ है। इसका रंग सफ़ेद या कुछ पीलापन लिए हुए होता है। यह पानी में अत्यंत विलेय है। अमोनियम नाइट्रेट में नाइट्रोजन की मात्रा बहुत अधिक होती है (34.35 प्रतिशत)। यह नाइट्रिक एसिड का लवण है।

अमोनियम नाइट्रेट अणु के संघटन में धातु के स्थान पर परमाणुओं का एक समूह 'NH_4' उपस्थित है। इस समूह को अमोनियम रेडिकल कहते हैं। यह अमोनियम समूह केवल यौगिकों के संघटन में एक-संयोजक रेडिकल के रूप में मिलता है। इस रेडिकल का स्वतंत्र अस्तित्व नहीं होता। जैसे कि NaOH तथा KOH बेस में धात्विक तत्त्व Na तथा K हैं, इसी प्रकार NH_4OH बेस में NH_4 (अमोनियम) समूह उपस्थित है। इस बेस को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड कहते हैं। अमोनियम हाइड्रॉक्साइड बड़ी सरलता से पानी तथा अमोनिया गैस में विघटित हो जाता है। अमोनिया गैस की पहचान उसकी विशिष्ट गंध से कर सकते हैं।

$$\underset{\text{अमोनियम हाइड्रॉक्साइड}}{NH_4OH} = \underset{\text{अमोनिया}}{NH_3\uparrow} + \underset{\text{पानी}}{H_2O}$$

क्या अमोनियम हाइड्रॉक्साइड के गुण भी और बेसों की तरह हैं ?

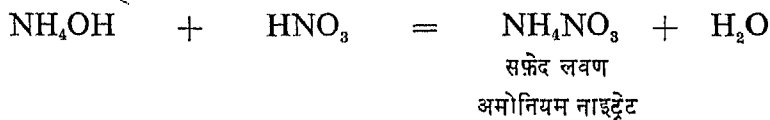
प्रयोग

दो-तीन मि०ली० अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन परखनली में लो। इसे सावधानी से सूँघो। लिटमस काग़ज़ से जाँच करो कि यह अम्ल है या बेस। इस विलयन में तनु नाइट्रिक एसिड को पहले थोड़ी-थोड़ी मात्रा में और फिर एक-एक बूँद करके मिलाओ जब तक कि विलयन उदासीन न हो जाए। स्वच्छ

विलयन की कुछ बूँदें सावधानी से वाष्पित करो और देखो कि क्या अवशेष बचता है।

अन्य सब बेसों की तरह अमोनियम हाइड्रॉक्साइड भी नाइट्रिक एसिड से प्रतिक्रिया करके लवण बनाता है।

$$NH_4OH + HNO_3 = NH_4NO_3 + H_2O$$

सफ़ेद लवण
अमोनियम नाइट्रेट

दूसरे अम्लों के साथ भी अमोनियम हाइड्रॉक्साइड लवण बनाता है। इन्हें अमोनियम लवण कहते हैं।

खुली हवा में छोड़ देने पर अमोनियम नाइट्रेट के छोटे-छोटे रवे हवा से पानी का वाष्प शोषित कर लेते हैं और चिपचिपे हो जाते हैं। इसलिए अमोनियम नाइट्रेट को ऐसी परिस्थिति में रखना आवश्यक है कि यह सूखा बना रहे। औद्योगिक स्तर पर अमोनियम नाइट्रेट चूर्ण या दानों के रूप में बनाया जाता है।

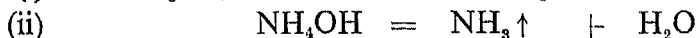
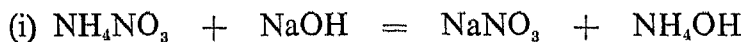
अमोनियम नाइट्रेट की पहचान

प्रयोग

एक परखनली में थोड़ा अमोनियम नाइट्रेट लो और उसमें लगभग 2-3 मि०ली० 20% कास्टिक सोडा विलयन मिलाओ। थोड़ी देर तक इसे गरम करो। सावधानी से सूँघकर देखो कि क्या कोई गैस निकलती है? परखनली के खुले सिरे पर लाल लिटमस काग़ज़ रखो और देखो कि इसके रंग में क्या परिवर्तन होता है? इस काग़ज़ का रंग नीला क्यों हो गया?

किसी अमोनियम लवण को क्षार के साथ गरम करने से अमोनिया गैस निकलती है।

(i) $NH_4NO_3 + NaOH = NaNO_3 + NH_4OH$

(ii) $NH_4OH = NH_3\uparrow + H_2O$

एसिड रेडिकल (नाइट्रेट) की जाँच पिछले प्रयोगों में कर चुके हो। इसी प्रकार अमोनियम नाइट्रेट में भी इस रैडिकल की जाँच करो और प्रेक्षणों को कापी में लिखो।

अमोनियम सल्फ़ेट

अमोनियम सल्फ़ेट एक दूसरा नाइट्रोजन उर्वरक है जिसका काफ़ी उपयोग किया जाता है। अमोनियम सल्फ़ेट के दिए हुए नमूने को देखो तथा पानी में उसकी विलेयता की जाँच करो। यह सूक्ष्म क्रिस्टलीय चूर्ण है। इसका रंग सफ़ेद या मटमैला होता है। यह पानी में अत्यंत विलेय है और खुला छोड़ दिए जाने पर चिपचिपा नहीं होता। अमोनियम सल्फ़ेट में नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा का हिसाब लगाओ। (21%)

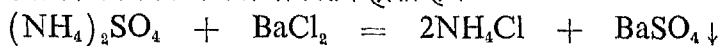
अमोनियम सल्फ़ेट की पहचान

प्रयोग

अमोनियम समूह की पहचान पिछले प्रयोग की रीति से करो।

एसिड रेडिकल की पहचान के लिए लगभग 0·5 ग्राम अमोनियम सल्फ़ेट परख-नली में लो तथा उसमें 3-4 मि० लि० पानी मिलाओ। इस विलयन में 5-6 बूंद बेरियम क्लोराइड विलयन डालो।

देखो कि विलयन में क्या परिवर्तन होता है।

$$(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 = 2NH_4Cl + BaSO_4\downarrow$$

अविलेय

अवक्षेप में लगभग 1-2 मि० लि० सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाओ। क्या अवक्षेप घुल जाता है? अमोनियम सल्फ़ेट के स्थान पर पोटाशियम सल्फ़ेट या सोडियम सल्फ़ेट लेकर इस प्रयोग को दोहराओ तथा प्रतिक्रिया का निरीक्षण करो। बेरियम सल्फ़ेट का अविलेय अवक्षेप प्राप्त होता है।

नाइट्रोजन उर्वरकों में यूरिया भी अपना एक महत्त्वपूर्ण स्थान रखता है। यह कृत्रिम रूप से बनाया जाता है। यूरिया के संघटन को हम सूत्र $CO(NH_2)_2$ से प्रकट कर सकते हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि अन्य सभी नाइट्रोजन उर्वरकों की अपेक्षा यूरिया में नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा सबसे अधिक (46.66) है।

प्रश्न

1. नाइट्रिक अम्ल के कौन-से लवण, खनिज उर्वरक के रूप में काम आते हैं? उनके सूत्र भी लिखो?
2. शुद्ध अमोनियम नाइट्रेट में नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा मालूम करो।

   उत्तर : 35%
3. 20 हेक्टेयर गेहूँ के खेत के लिए प्रति हे० 25 कि०ग्राम० नाइट्रोजन की आवश्यकता है। अमोनियम सल्फ़ेट की कितनी मात्रा से यह कमी पूरी हो सकती है?

   उत्तर : 2357 कि० ग्रा०
4. यदि प्रति हे० 45 कि० ग्राम नाइट्रोजन की आवश्यकता हो तो गेहूँ के 25 हेक्टेयर खेत में अमोनियम नाइट्रेट की कितनी मात्रा डालनी चाहिए? यदि अमोनियम नाइट्रेट के स्थान पर अमोनियम सल्फ़ेट का उपयोग किया जाए तो उसकी कितनी मात्रा आवश्यक होगी?

   उत्तर (1) 3214 कि० ग्राम

   (2) 5310 कि० ग्राम

5. अमोनियम सल्फ़ेट तथा अमोनियम नाइट्रेट के संघटन में क्या समानताएँ तथा क्या विभिन्नताएँ हैं ? एक से दूसरी को कैसे पहचानोगे ?
6. किसी क्षार के साथ अमोनियम नाइट्रेट तथा अमोनियम सल्फ़ेट की प्रतिक्रिया के समीकरण लिखो ।
7. गेहूँ की एक फ़सल की औसत उपज के लिए प्रति हे० 75 कि० ग्राम नाइट्रोजन की आवश्यकता है । एक हज़ार हे० के खेत से उसी औसत की उपज प्राप्त करने के लिए कितने अमोनियम नाइट्रेट की आवश्यकता होगी यदि नाइट्रोजन की 20 प्रतिशत मात्रा प्राकृतिक क्रियाओं से (पौधों के विघटन, जीवाणओं की वृद्धि से) प्राप्त हो जाती है । उत्तर : 171.4 टन

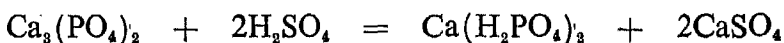
18. फ़ास्फ़ोरिक उर्वरक

पौधों के लिए फ़ास्फ़ोरस भी एक आवश्यक तत्त्व है । इससे अनाज के दानों की उपज बढ़ती है। गाजर की उपज में चीनी की मात्रा तथा आलू या भुट्टे में स्टार्च की मात्रा बढ़ती है । यह पटसन के रेशों के गुणों को सुधारता है । यह पौधों के पकने की क्रिया तेज़ करता है । भूमि में फ़ास्फ़ोरस की कमी होने से पौधों की नाइट्रोजन तथा और तत्त्वों के शोषण करने की क्षमता कम हो जाती है ।

फ़ास्फ़ोरस उर्वरक बनाने का मुख्य खनिज फ़ास्फ़ोराइट नाम का प्राकृतिक पदार्थ है । यह फ़ास्फ़ोरिक एसिड का लवण है तथा इसका संघटन $Ca_3(PO_4)_2$ है । हमारे देश में अधिकतर काम आने वाला फ़ास्फ़ोरस उर्वरक सुपर फ़ास्फ़ेट है । कभी-कभी खनिज फ़ास्फ़ेट, हड्डियों का चूर्ण तथा भट्टियों से प्राप्त 'बेसिक स्लेग' का भी उपयोग किया जाता है । प्राकृतिक खनिज फ़ास्फ़ोराइट गहरे भूरे रंग का चूर्ण है । यह पानी में अविलेय है और इसी कारण पौधों को इसमें से फ़ास्फ़ोरस तत्त्व सरलता से प्राप्त नहीं होता । इसलिए इस चूर्ण का उपयोग अम्लीय भूमि में किया जाता है । भूमि में मौजूद एसिड, इस फ़ास्फ़ोराइट चूर्ण को फ़ास्फ़ोरिक एसिड के विलेय लवण में परिवर्तित कर देता है । दूसरे उर्वरक (अमोनियम सल्फ़ेट, खाद या कंपोस्ट) के साथ मिश्रित करने से फ़ास्फ़ोराइट अधिक प्रभावशाली हो जाता है ।

सुपर-फ़ास्फ़ेट

सुपर-फ़ास्फ़ेट $[Ca(H_2PO_4)_2 . 2CaSO_4]$ भी खनिज फ़ास्फ़ोराइट से प्राप्त होता है । साफ़, चूर्ण किए हुए खनिज पर तनु सल्फ़्यूरिक एसिड की क्रिया से यह प्राप्त होता है । इसमें निम्नलिखित प्रतिक्रिया होगी :

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$$

$Ca_3(H_2PO_4)_2$ तथा $2CaSO_4$ के मिश्रण को सुपर-फ़ास्फ़ेट कहते हैं। साधारणतः सुपर-फ़ास्फ़ेट में कुछ पानी भी होता है। यह एक साफ़ या भूरे रंग का चूर्ण है जिसमें लगभग 9% फ़ास्फ़ोरस होता है। सुपर-फ़ास्फ़ेट का सबसे आवश्यक भाग अम्लीय कैल्सियम फ़ास्फ़ेट लवण है। ऐसे अम्लीय लवण अनुरूप स्वाभाविक लवणों की अपेक्षा पानी में अधिक विलेय होते हैं। इसलिए यह सरलता से पौधों द्वारा शोषित हो जाते हैं। इस उर्वरक का दूसरा भाग कैल्सियम सल्फ़ेट पानी में लगभग अविलेय है। दूसरे उर्वरकों की तरह सुपर-फ़ास्फ़ेट का उपयोग भी अधिकतर दानों के रूप में किया जाता है। दानेदार उर्वरक पौधों द्वारा सरलता से शोषित होता है।

सुपर-फ़ास्फ़ेट की पहचान

सुपर-फ़ास्फ़ेट की पहचान के लिए उसमें उपस्थित अम्लीय कैल्सियम फ़ास्फ़ेट की जाँच करनी पड़ती है। क्योंकि यह इस उर्वरक का अनिवार्य अंग है।

प्रयोग

एक परखनली में दिए हुए नमूने का एक भाग कुछ पानी के साथ लो। थोड़ी देर इसे स्थिर रहने दो और उसके बाद उसे छान लो। स्वच्छ विलयन में 1-2 मि० लि० सिल्वर नाइट्रेट डालो और देखो कि उसमें क्या प्रतिक्रिया होती है।

इस क्रिया में पीले अवक्षेप का बनना अम्लीय कैल्सियम फ़ास्फ़ेट की पहचान है। छानते समय कैल्सियम सल्फ़ेट फ़िल्टर काग़ज़ पर बच जाता है और फ़िल्टरित द्रव में अम्लीय कैल्सियम फ़ास्फ़ेट आ जाता है क्योंकि वह पानी में कुछ विलेय है।

प्रश्न

1. फ़ास्फ़ेट उर्वरक क्या हैं? पौधों को इनकी आवश्यकता क्यों होती है?
2. फ़ास्फ़ोराइट चूर्ण क्या है? इसके गुण क्या हैं?
3. सुपर-फ़ास्फ़ेट उर्वरक क्या है? यह कैसे बनाया जाता है?
4. पोटाशियम क्लोराइड उर्वरक से सुपर-फ़ास्फ़ेट की पहचान कैसे की जा सकती है?
5. 10 टन प्राकृतिक फ़ास्फ़ोराइट से, जिसमें 20% अशुद्धियाँ हैं, कितना सुपर-फ़ास्फ़ेट प्राप्त किया जा सकता है?

उत्तर : 18.8 टन

19. सूक्ष्म उर्वरक (विरल तत्त्व)

तुम जानते हो कि अपने स्वास्थ्य के लिए हमें अल्प मात्रा में कुछ तत्त्वों की आवश्यकता होती है। इन्हें हम विभिन्न प्रकार के खाद्य, टानिक तथा विटामिनों से प्राप्त कर सकते हैं। इसी प्रकार पौधों को भी उनकी वृद्धि के लिए ऐसे ही विरल तत्त्वों की आवश्यकता होती है। उर्वरकों में जो ऐसे आवश्यक तत्त्व मिलते हैं उन्हें **सूक्ष्म उर्वरक या विरल तत्त्व** कहते हैं। सूक्ष्म उर्वरक की आवश्यकता न केवल उपज की वृद्धि के लिए होती है वरन् पौधों के विभिन्न रोगों के प्रतिरोध के लिए भी आवश्वकता होती है।

बोरन नामक विरल तत्त्व फलों, सब्ज़ी के पोधों तथा अन्य पौधों में चीनी तथा विटामिन की मात्रा को बढ़ाता है। भूमि में बोरन उर्वरक की कमी से पौधों की वृद्धि रुक जाती है और पौधों की जड़ें (जैसे गाजर में) सड़ने लगती हैं।

भूमि में ताँबे की कमी के कारण पौधों को 'सफ़ेद प्लेग' की बीमारी हो जाती है। इसमें पौधों की पत्तियों के सिरे सफ़ेद हो जाते हैं।

मैंगनीज़, गाजर के पौधों में चीनी की मात्रा और आलू तथा भुट्टे में स्टार्च की मात्रा बढ़ाता है तथा गेहूँ के दाने के गुण को सुधारता है। **प्रमुख सूक्ष्म उर्वरक निम्नलिखित हैं :**

1. बोरिक एसिड	H_3BO_3	सफ़ेद क्रिस्टलीय पदार्थ
2. बोरैक्स (सुहागा)	$Na_2B_4O_7.10H_2O$	,, ,,
3. नीला थोथा	$CuSO_4.5H_2O$	नीला क्रिस्टलीय पदार्थ
4. मैंगनीज़ सल्फ़ेट	$MnSO_4.4H_2O$	गुलाबी क्रिस्टलीय पदार्थ

ये सभी पदार्थ पानी में विलेय हैं। इनका उपयोग अधिकतर पानी में प्रति लिटर 0.2 से 0·6 ग्राम उर्वरक के विलयन के रूप में किया जाता है। सुपर-फ़ास्फ़ेट, पोटाशियम नाइट्रेटया अन्य रासायनिक उर्वरकों में थोड़ी मात्रा में मिलाकर भी इनका उपयोग किया जा सकता है।

सूक्ष्म उर्वरकों के जलीय विलयन का उपयोग पौधों पर छिड़ककर तथा बीजों को बोनें से पहले भिगोकर किया जाता है।

20. मिश्रित उर्वरक

जिन उर्वरकों में केवल एक ही पोषक तत्त्व होता है उन्हें **एकाकी उर्वरक** कहते हैं। बहुधा भूमि में दो से कम पोषक तत्त्वों को नहीं मिलाते हैं। इसलिए हमें **मिश्रित उर्वरकों** का उपयोग करना पड़ता है। इस प्रकार के उर्वरकों में 2 या 3 पोषक तत्त्व तथा कभी-कभी

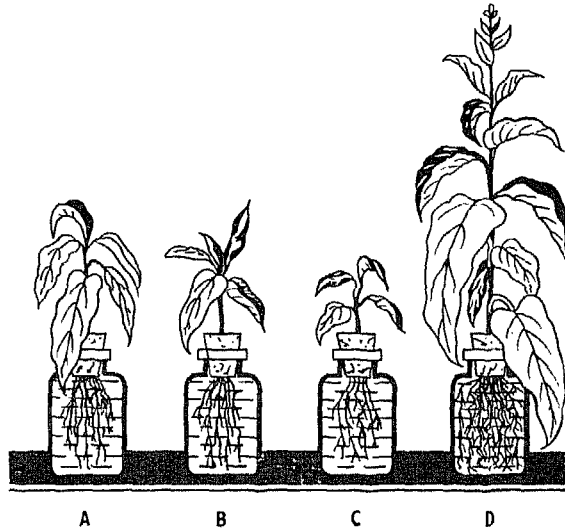
विरल तत्त्व भी उपस्थित रहते हैं। प्रमुख तत्त्वों की उपस्थिति के अनुसार इन मिश्रित उर्वरकों को NK, NP, PK, NPK इत्यादि नामों से पुकारते हैं।

NPK किस्म के उर्वरक संपूर्ण उर्वरक कहलाते हैं। मिश्रित उर्वरकों का उत्पादन, स्थानांतरण तथा उपयोग एकाकी की अपेक्षा सस्ता पड़ता है। इनका उपयोग अधिक प्रभावशाली भी होता है।

KNO_3 (शोरा) NK वर्ग का उर्वरक है। इसमें दो पोषक तत्त्व नाइट्रोजन तथा फ़ास्फ़ोरस उपस्थित होते हैं।

NP वर्ग के सस्ते मिश्रित उर्वरक सुपरफ़ास्फ़ेट तथा अमोनियम सल्फ़ेट को मिलाकर बनाए जाते हैं। उर्वरक में NP वर्ग के उर्वरक अधिक महत्त्वपूर्ण हैं। 'एमोफ़ोस' (अमोनियम हाइड्रोजन फ़ास्फ़ेट) जो फ़ास्फ़ोरिक एसिड का अमोनियम लवण है, इसका उदाहरण है। इसका सूत्र $(NH_4)H_2PO_4$ है। एमोफ़ोस, सफ़ेद चूर्ण या दानों के रूप में प्राप्त किया जाता है। यह पानी में विलेय है तथा नमी का शोषण करता है।

जानवरों की हड्डियों के चूर्ण का भी फ़ास्फ़ोरस उर्वरक रूप में उपयोग होता है। इसमें अधिकतर कैल्सियम फ़ास्फ़ेट $Ca_3(PO_4)_2$ होता है।

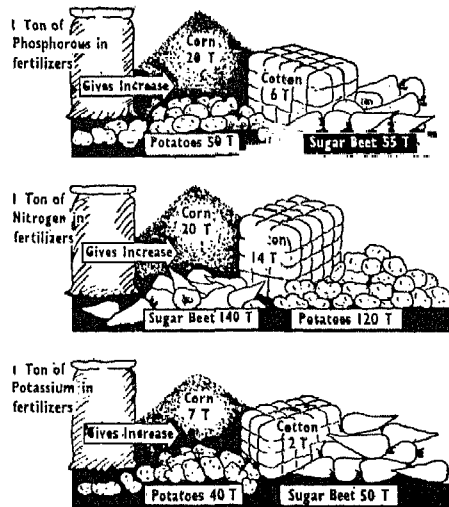
मिश्रित उर्वरक में नाइट्रोफ़ोस्क का बहुत महत्त्वपूर्ण स्थान है। यह संपूर्ण उर्वरक कहलाता है क्योंकि इसमें नाइट्रोजन, फ़ास्फ़ोरस तथा पोटाशियम (NPK) तीनों तत्त्व

चित्र 14 विभिन्न रासायनिकों का पौधों की वृद्धि पर प्रभाव (हाइड्रोपोनिक्स)

उपस्थित होते हैं। एमोफ़ोस, पोटाशियम सल्फ़ेट तथा एमोनियम नाइट्रेट के मिश्रण को पिघलाकर नाइट्रोफ़ोस्क बनाया जाता है।

वनस्पति या जानवरों की लीद को खनिज उर्वरक में मिलाकर **स्थानीय उर्वरक** बनाए जाते हैं। गोबर, राख, कंपोस्ट खाद स्थानीय उर्वरक के उदाहरण हैं। ये भी मिश्रित उर्वरक हैं। गोबर और कंपोस्ट खाद संपूर्ण उर्वरक हैं लेकिन इनमें पोषक तत्त्वों की मात्रा अपर्याप्त होती है। इन खादों को संचय करने से इनमें से पोषक तत्त्वों का विशेषकर नाइट्रोजन का विनाश हो जाता है। अच्छी फ़सल के लिए ऐसी खादों को फ़ास्फ़ोराइट चूर्ण, सुपर-फ़ास्फ़ेट या अन्य उर्वरक के साथ मिश्रित कर प्रयोग किया जाता है।

खनिज उर्वरकों के मिश्रण के जलीय विलयन का उपयोग बिना मिट्टी के पौधे उगाने में किया जाता है।

इन विशेष प्रकार से बनाए विलयनों या ऐसी बालू में जिसमें इस प्रकार के विलयन मिलाए गए हों, पौधे उग सकते हैं और सभी आवश्यक पोषक तत्त्वों का शोषण करके बढ़ सकते हैं। इस प्रकार से पौधों के उगने की रीति को 'हाइड्रोपोनिक्स' कहते हैं (चित्र 14)।

इस प्रकार टमाटर, खीरा, मूली, प्याज़ तथा अन्य सब्ज़ियाँ मकानों के अंदर या खुली हवा में उगाई जा सकती हैं। साधारण भूमि की अपेक्षा इस प्रकार के पोषक विलयन

चित्र 15. विभिन्न उर्वरक की तुल्यांक मात्रा का उपज पर प्रभाव

में पौधों की वृद्धि अधिक तेज़ी से होती है। उदाहरण के लिए ऐसी परिस्थिति में टमाटर की एक साल में साधारण उपज से छः गुनी अधिक फ़सल हो सकती है।

विभिन्न उर्वरकों की समान मात्रा के प्रयोग से उत्पन्न उपज की तुलना चित्र 15 में दिखाई गई है।

प्रश्न

1. विरल तत्त्व क्या हैं ओर पौधों के लिए उनका क्या उपयोग है ?
2. एकाकी उर्वरक किन्हें कहते हैं ? इनके दो उदाहरण दो।
3. मिश्रित उर्वरक क्या हैं ? इनके दो उदाहरण दो।
4. संपूर्ण उर्वरक किसे कहते हैं ? उनके उदाहरण दो।
5. तुम पोटाशियम नाइट्रेट की पहचान कैसे करोगे ?

21. परोपजीवी तथा रोगों से पौधों की सुरक्षा और खरपतवार की रोकथाम

अच्छी फ़सल प्राप्त करने के लिए पौधों को अच्छी भूमि तथा पर्याप्त पोषक तत्त्वों की आवश्यकता होती है। परंतु भूमि में सुधार के साथ ही साथ पौधों की बीमारियों की रोकथाम करना और खरपतवारों के उगने को कम करना भी आवश्यक है। खरपतवार भूमि से पोषक तत्त्वों को, जो पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक होते हैं, शोषित कर लेते हैं जिससे पौधों की वृद्धि रुक जाती है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि प्रतिवर्ष करोड़ों रुपयों की उपज, खरपतवार तथा पौधों की बीमारियों के कारण नष्ट हो जाती है। बिना खरपतवार का नाश किए उर्वरक पदार्थों का उपयोग ठीक नहीं है, क्योंकि इनके उपयोग से न केवल फ़सल ही बढ़ती है बल्कि खरपतवार भी वृद्धि पाते हैं।

खरपतवार तथा परपोषी जीव को नष्ट करने के लिए कुछ रासायनिक तत्त्वों की जानकारी बहुत पहले से ही थी। अब कुछ नई और अधिक प्रभावशाली औषधियों का आविष्कार हुआ है जिनसे हम पौधों की बीमारियों तथा खरपतवारों का नाश कर सकते हैं। इनका रासायनिक संघटन जटिल होता है और रासायनिक नाम भी कठिन है। हम इनमें से कुछ के ही बारे में पढ़ेंगे।

कीटनाशक

कीटनाशक का अर्थ है कीटों को मारनेवाला। उनमें से कुछ तो ऐसे हैं जो परोपजीवों को केवल स्पर्शमात्र से ही नष्ट कर देते हैं। कुछ ऐसे होते हैं जिनका शोषण पौधे करते हैं, जिसके फलस्वरूप पौधों का रस कीटों के लिए विषैला हो जाता है। कीट नाशक का उपयोग विलयन, या आलंबन के रूप में अथवा कभी-कभी चूर्ण के रूप में किया जाता है।

'पेरिसग्रीन' नाम के कीटनाशक का उपयोग व्यापक रूप में किया जाता है। यह एक जटिल यौगिक है जिसमें आर्सेनिक तथा ताँबा उपस्थित होता है। यह पेड़ तथा सब्ज़ियों पर के कीटों का नाश करते हैं। 2 ग्राम प्रति लिटर पानी में आलंबन के रूप में इसका उपयोग किया जाता है। अनाज की फ़सल पर लगे परोपजीवियों को मारने के लिए सोडियम फ़्ल्यूओसिलीकेट (Na_2SiF_6) का उपयोग किया जाता है। पौधों पर छिड़काव के लिए इसका उपयोग विलयन या चूर्ण के रूप में किया जाता है।

बेरियम क्लोराइड का 2-3 प्रतिशत विलयन गाजर तथा अन्य सब्ज़ियों की फ़सलों पर लगे परोपजीवी कीटों को मारने के लिए किया जाता है। यह सफ़ेद क्रिस्टलीय पदार्थ है जो पानी में अत्यंत विलेय है।

कीट नाशकों में बैंज़ीन हैक्साक्लोराइड ($C_6H_6Cl_6$—BHC) सबसे अधिक तेज़ है। इसका दूसरा नाम गैमेक्सेन है। अन्य पदार्थों में चूर्ण के रूप में मिश्रित कर बैंज़ीन हैक्साक्लोराइड का उपयोग किया जाता है। यह लगभग सभी परोपजीवी कीटों को मारता है।

पौधों की बीमारियों की रोकथाम

पौधों की बीमारी अधिकतर 'फ़ंगस' के कारण होती है। इसलिए ऐसे रासायनिक जो इन्हें मारते हैं **फ़ंगस-नाशक** कहलाते हैं। फ़ार्मैलीन का तनु विलयन फ़ंगस-नाशक का एक उदाहरण है। बीजों को बोने से पहले ऐसे विलयन में भिगो देना चाहिए। सल्फ़र डाइआक्साइड गैस भी गोदामों के तथा बंद घरों में उगे हुए पौधों के फ़ंगस मारने के काम आती है।

नीला थोथा (कापर सल्फ़ेट) तथा चूने का भी उपयोग फ़ंगस-नाशक की भाँति किया जाता है। 'बोर्दो मिश्रण' का उपयोग फलदार पौधों पर छिड़काव के लिए किया जाता है। यह नीले थोथे का 1% विलयन तथा उतने ही आयतन चूने का पानी मिलाकर बनाया जाता हैं।

चूहे तथा अन्य जानवरों से बचाव

चूहे तथा अन्य ऐसे जानवर रोडेन्ट श्रेणी में आते हैं इसलिए ऐसे रसायनों को **रोडेन्ट नाशक** कहते हैं। चूहे को मारने के लिए ज़िन्क फ़ास्फ़ाइड (Zn_3P_2) का उपयोग अधिक होता है। यह एक भूरे रंग का चूर्ण है तथा किसी पदार्थ के साथ मिश्रित करके इसका उपयोग किया जाता है।

इसका ध्यान रखना चाहिए कि **यह सभी रासायनिक जो जानवरों के लिए हानिकारक हैं, मनुष्य के लिए भी विषैले हो सकते हैं**। इसलिए इनके उपयोग में बड़ी सावधानी बरतनी चाहिए।

खरपतवार-नाशक

खरपतवार का नाश करने के लिए बहुत से रासायनिक पदार्थों का उपयोग किया जाता है। इसके लिए व्यापक रूप में उपलब्ध पदार्थ, जैसे मिट्टी का तेल का उपयोग किया जाता है। बागों में, जैसे—गाजर, धनिया, सौंफ़ के साथ उगने वाले खरपतवार का नाश करने के लिए मिट्टी के तेल का छिड़काव किया जाता है।

प्याज़ के खेत में इसके लिए कैल्सियम साइनेमाइड का उपयोग किया जाता है। यह भूरे रंग का चूर्ण है। प्रति हे० खेत के लिए लगभग 2 से 3 मि० ग्राम तक चूर्ण की आवश्यकता होती है। इस रासायनिक के उपयोग से खरपतवार की पत्तियाँ झड़ जाती हैं।

प्रश्न

1. कीट-नाशक किन पदार्थों को कहते हैं ? दो कीट-नाशकों के नाम बताओ तथा उनके प्रयोग करने की विधि भी बताओ।
2. फ़ंगस-नाशक किन्हें कहते हैं ? इनका कहाँ उपयोग होता है ?
3. किसी रोडेण्ट-नाशक रासायनिक का नाम बताओ।
4. खेती के काम में खरपतवार-नाशक की क्या उपयोगिता है ? ऐसे रासायनिकों के नाम बताओ
5. बैनज़ी हेक्साक्लोराइड में क्लोरीन की प्रतिशत मात्रा बताओ ?
   (उत्तर : 73.2%)
6. किसी खेत में छिड़काव के लिए 200 कि० ग्राम 3 प्रतिशत बेरियम क्लोराइड का विलयन बनाने के लिए कितने बेरियम क्लोराइड की आवश्यकता होगी ?
   (उत्तर : 6 कि० ग्रा०)
7. कैल्सियम सायनामाइड में नाइट्रोजन की प्रतिशत मात्रा ज्ञात करो।
   (उत्तर : 35%)
8. बोर्दो मिश्रण कैसे बनाया जाता है ?

22. खाद्य संरक्षण

यह भली भाँति ज्ञात है कि केवल ताज़ा खाद्य पदार्थ अच्छा होता है। संरक्षण में कभी-कभी खाद्य के पोषक गुण कुछ न कुछ नष्ट हो जाते हैं। खाद्य में उपस्थित प्रोटीन तथा कार्बोहाइड्रेट हवा में आक्सीजन से क्रिया कर कभी-कभी किण्वीकृत हो जाते हैं। ऐसे खाद्य पदार्थ कम पोषक होते हैं। रासायनिकों ने विशिष्ट गुण वाले रसायनों का आविष्कार किया है जिनसे खाद्य का संरक्षण किया जाता है।

उर्वरक तथा कीट-नाशकों का प्रयोग करते समय आवश्यक सावधानियाँ

भूमि में उर्वरकों के उपयोग करने में या कीट-नाशकों का पौधों पर प्रयोग करते समय कुछ सावधानियाँ अवश्य बरतनी चाहिए।

रासायनिक कारखानों में खनिज फ़ास्फ़ोराइट पर सल्फ़्यूरिक अम्ल की क्रिया से सुपर-फ़ास्फ़ेट बनाया जाता है। इसलिए सुपरफ़ास्फ़ेट में सदा कुछ न कुछ सल्फ़्यूरिक एसिड रहता है। यदि सुपरफ़ास्फ़ेट का चूर्ण खाल पर गिर पड़े तो खाल जलने लगती है और लाल हो जाती है। आँख तथा श्वसन अंगों से सुपरफ़ास्फ़ेट चूर्ण का स्पर्श नहीं होने देना चाहिए। सुपरफ़ास्फ़ेट को बोरियों में भरने या बाहर निकालते समय और खेती के लिए उपयोग करते समय अपनी आँख को अवश्य बचाना चाहिए। ऐसे समय मुँह और नाक पर कपड़ा बाँध लेना चाहिए।

नाइट्रोजन उर्वरक, विशेषकर नाइट्रिक अम्ल के लवण ऐसे स्थानों में रखने चाहिए जहाँ उनका कार्बनिक यौगिकों (जैसे—कोयला, लकड़ी का चूर्ण इत्यादि) से संपर्क न हो। इस सावधानी का ध्यान न रखने से ऐसे स्थानों में कभी-कभी आग लगने की आशंका हो जाती है।

अमोनिया उर्वरक को चूने के साथ कभी भी नहीं रखना चाहिए और न ही उनको चूने के खाली बर्तन में या बोरियों में ही रखना चाहिए।

उर्वरक, कीट-नाशक, खरपतवार-नाशक इत्यादि सभी विशिष्ट पदार्थों को लेबुलयुक्त बर्तनों या बोरियों में रखना चाहिए। यदि किसी उर्वरक या कीट-नाशक के नाम का लेबुल हट जाए तो फ़ौरन उसका रासायनिक परीक्षण करके चिह्नित करना चाहिए। उर्वरक के उपयोग करते समय शरीर का पूरा भाग कपड़ों से ढका होना चाहिए। कुछ विशेष दशा में गैस मास्क का भी उपयोग करना पड़ता है। जिन खेतों में कीट-नाशक का प्रयोग किया गया है उनमें घरेलू जानवर तथा चिड़ियों को नहीं जाने देना चाहिए।

प्रायोगिक कार्य 5

खनिज उर्वरक की पहचान

इस कार्य में निम्नलिखित उर्वरकों की पहचान करो। सोडियम नाइट्रेट, अमोनियम नाइट्रेट, पोटाशियम नाइट्रेट, अमोनियम सल्फ़ैट, सुपरफ़ास्फ़ेट, पोटाशियम क्लोराइड।

अभिकर्मक : हाइड्रोक्लोरिक और नाइट्रिक एसिड के विलयन, कास्टिक सोडा, बेरियम क्लोराइड तथा सिल्वर नाइट्रेट के विलयन, कोयले का एक टुकड़ा, पेंसिल से निकाले गए ग्रैफ़ाइट का (यदि प्लैटिनम का तार प्राप्त न हो) टुकड़ा।

कार्यविधि : तुम्हें कुछ उर्वरक के पैकेट दिए गए हैं परंतु किसी भी पैकेट के ऊपर रासायनिक का नाम नहीं है । लवणों की पहचान करने की विधि के आधार पर प्रत्येक उर्वरक की पहचान करो तथा अपने नतीजे को इसी पृष्ठ पर दिए ढंग से दर्ज करो ।

टिप्पणी

उर्वरक की पहचान करने की विधि को पढ़ो तथा अपनें प्रयोग निम्नलिखित ढंग से करो ।

1. प्रत्येक उर्वरक की पानी में विलेयता देखो । कम विलेय या मटमैले घोल के बनने से सुपरफ़ास्फ़ेट के होने का अंदाज़ा लगा सकते हैं । इसकी पुष्टि सिल्वर नाइट्रेट विलयन के प्रयोग से करो ।
2. यदि उर्वरक पानी में विलेय हो तो उसका परीक्षण लाल गरम काठ-कोयले से करो । यदि चिनगारी निकलती हो तो इससे यह नतीजा निकलता है कि उर्वरक कोई नाइट्रेट होगा । यह मालूम करने के लिए कि कौन-सा नाइट्रेट है, इसकी ज्वाला परीक्षण तथा कास्टिक सोडा से भी जाँच करो । ज्वाला का रंग लाल हो जाना पोटाशियम नाइट्रेट की पहचान है । कास्टिक सोडा के साथ गरम करने से अमोनिया गैस का निकलना अमोनियम नाइट्रेट की पहचान है ।
3. यदि उर्वरक पानी में विलेय है, परंतु लाल गरम काठ-कोयले से चिनगारी नहीं देता तो यह अमोनियम सलफ़ेट या पोटाशियम क्लोराइड होगा । इसका परीक्षण पहले सिल्वर नाइट्रेट तथा बाद में बेरियम क्लोराइड से करो । इसके बाद अमोनियम समूह का परीक्षण करो ।

उर्वरक की पहचान का प्रयोग

पैकेट की संख्या	विशेष रासायनिक गुण जिसके द्वारा पहचान की गई	उर्वरक का नाम
1.		
2.		
3.		

टिप्पणी

पृष्ठ 76 व 77 पर कुछ उर्वरकों के गुण तथा पहचान की विधि दी हुई है ।

तालिका—कुछ उर्वरकों के गुण तथा पहचान की विधि

उर्वरक का नाम	वाह्य आकृति	पानी में विलेयता	लाल काठ-कोयला से प्रतिक्रिया	जलीय विलयन की प्रक्रिया			अन्य गुण
				एल्कली के साथ तथा गरम करने पर	बेरियम क्लोराइड के विलयन के साथ	सिल्वर नाइ-ट्रेट के साथ	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
सोडियम नाइट्रट $NaNO_3$	सफ़ेद या क्रिस्टलीय भूरा पदार्थ	अधिक	चमक देता है	परस्पर क्रिया नहीं करते	अवक्षेप नहीं	क्रिया नहीं करता	ज्वाला का रंग पीला
अमोनियम नाइट्रेट NH_4NO_3	सफ़ेद या पीले रंग के क्रिस्टल या दाने	,,	चमक देता है और पिघलने पर सफ़ेद धुआँ निक-लता है	अमोनिया प्राप्त होती है	,,	,,	xx

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
पोटाशियम नाइट्रेट KNO_3	सफ़ेद क्रिस्टल	अधिक	चिनगारी. निकलती है	परस्पर क्रिया नहीं करते	अवक्षेप नहीं	क्रिया नहीं करता	लाल रंग की ज्वाला
अमोनियम सल्फ़ेट $(NH_4)_2SO_4$	सफ़ेद या भूरे रंग के क्रिस्टल	,,	,,	अमोनिया निकलती है	सफ़ेद अवक्षेप	रंग गंदला हो जाता है	XX
साधारण सुपरफ़ास्फ़ेट $Ca(H_2PO_4)_2 + 2CaSO_4$	चूर्ण या— भूरा या गहरे भूरे रंग का चूर्ण या दाने	आंशिक विलेय	न पिघलता और न जलता है परंतु जलती रबड़ की तरह गंध देता है	एल्कली की आधिकता में अपघटित विलेय अम्ल बनाता है	परस्पर क्रिया नहीं करते परंतु गंदला घोल बनाते हैं	घोल का रंग, पीला, अवक्षेप नीचे बैठ जाता है जो नाइट्रिक अम्ल में विलेय है	लाल सी ज्वाला
पोटाशियम क्लोराइड KCl	सफ़ेद या भूरा क्रिस्टल	अधिक विलेय	बिना पिघले चटखता है, जलता नहीं	कोई प्रति-क्रिया नहीं	प्रतिक्रिया नहीं करता, विलयन गंदला हो जाता	सफ़ेद अवक्षेप बनाता है, नाइट्रिक अम्ल में अविलेय, अमोनिया में विलेय	बैंजनी रंग की ज्वाला

अध्याय 6

कार्बन तथा उसके यौगिक

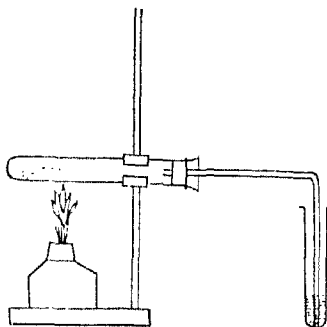
संकेत—C परमाणु भार—12

23. प्रकृति में कार्बन

तुम पहले अकार्बनिक यौगिकों की मुख्य श्रेणियों तथा खनिज उर्वरकों के विषय में पढ़ चुके हो। अब हम तत्त्व कार्बन का अध्ययन करेंगे। यह तत्त्व हमारे जीवन में बहुत ही महत्त्वपूर्ण स्थान रखता है। यद्यपि यह भूपृष्ठ का केवल 35 प्रतिशत भाग है, परंतु फिर भी यह सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण रासायनिक तत्त्वों में से एक है। पौधे तथा जानवर—सभी प्राणधारियों के शरीर में यह तत्त्व उपस्थित रहता है। हमारे सभी भोजन के पदार्थों तथा ईंधनों में कार्बन होता है। प्रकृति में यह कोयला तथा पेट्रोलियम और खड़िया तथा चूने के पत्थर जैसे खनिजों के रूप में पाया जाता है। जैसा कि तुम इस अध्याय में आगे पढ़ोगे—हीरा भी कार्बन के परमाणुओं से बना है।

प्रदर्शन

चार सूखी परखनलियाँ लो। उनमें अलग-अलग थोड़ी मात्रा में लकड़ी का चूरा, चीनी, रुई तथा ऊन लो। प्रत्येक परखनली में निकासनली लगी होनी चाहिए और उनके मुँह पर कार्क लगा हो, ताकि उसमें से निकलने वाली गैस की जाँच की जा सके (चित्र 16)। अब परखनलियों को बारी-बारी से सावधानी से गरम करो और इस प्रकार बनें काले अवशेष को ध्यान से देखो। परखनलियों में अन्य क्या परिवर्तन होते हुए दिखाई देते हैं?

इसके बाद प्रत्येक परखनली को और अधिक तेज़ी से गरम करो और परखनली से निकलती हुई गैस को चूने के पानी से भरी एक परखनली में से गुज़ारो। चूने के पानी में जो परिवर्तन होता है, उसे देखो। इसी प्रकार प्रत्येक परखनली में बचे हुए अवशेष पदार्थ की जाँच करो।

चित्र 16

प्रत्येक दशा में परखनली में काले अवशेष के रूप में कार्बन बच जाता है। यह अवशेष हवा में अधिक गरम करने पर कार्बन डाइआक्साइड तथा कुछ अन्य पदार्थ (जैसे पानी) बनाता है। अवशेष में राख के रूप में कुछ अन्य तत्त्व उपस्थित रहते हैं।

24. कार्बन के विभिन्न अपर रूप

ग्रैफ़ाइट

तुम सबने पेंसिल के अंदर का काला सिक्का देखा होगा। यह ग्रैफ़ाइट का बना होता है। (ग्रैफ़ाइट शब्द ग्रीक शब्द 'ग्रैफ़ो' से लिया गया है जिसका अर्थ 'लिखना' होता है)

ग्रैफ़ाइट प्रकृति में पाया जाता है। यह गाढ़े भूरे रंग का क्रिस्टलीय पदार्थ है जो साबुन की भाँति चिकना होता है। यह अधिक ऊष्मा में भी स्थायी होता है, और लगभग 3700° सें० ताप पर ही पिघलता है। यह विद्युत का अत्यंत सुचालक है। इन गुणों के कारण ग्रैफ़ाइट का विद्युत में भी काफ़ी उपयोग होता है जैसे, धातु को पिघलाने के लिए प्यालियाँ, अधिक ताप पर रासायनिक क्रियाओं के लिए पात्र। विद्युदग्र तथा अन्य बहुत-सी वस्तुएँ ग्रैफ़ाइट से बनती हैं। यह मशीन के पुर्ज़ों के वास्ते उपस्नेहक के रूप में भी प्रयुक्त होता है।

कुछ पेंसिलें प्रायः शुद्ध ग्रैफ़ाइट से बनाई जाती हैं। सख़्त बनाने के लिए ग्रैफ़ाइट में कुछ और पदार्थ मिलाए जाते हैं। ग्रैफ़ाइट शुद्ध आक्सीजन में जलता है। इसके जलने से केवल एक ही गैस प्राप्त होती है और वह है कार्बन डाइआक्साइड। अब हम जानते हैं कि कार्बन डाइआक्साइड केवल उन्हीं पदार्थों के जलने से प्राप्त होती है जिनमें रासायनिक तत्त्व कार्बन उपस्थित है। इसलिए ग्रैफ़ाइट भी एक सरल पदार्थ है जिसमें केवल रासायनिक तत्त्व कार्बन उपस्थित है।

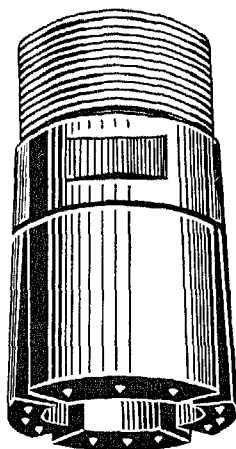
हीरा

कार्बन का एक दूसरा रूप जो प्रकृति में पाया जाता है, हीरा है। देखने में हीरा ग्रैफ़ाइट से नहीं मिलता जुलता। शुद्ध हीरा क्रिस्टलीय होता है। यह रंगहीन तथा पार-दर्शक है और इसमें अपनी उज्ज्वलता भी है।

हीरा एक क़ीमती पदार्थ है क्योंकि यह प्रकृति में केवल कुछ ही स्थानों में पाया जाता है। सही रूप से काटने तथा चिकना करने पर यह उजला दिखाई पड़ता है और इसलिए इसका उपयोग गहने बनाने के लिए किया जाता है।

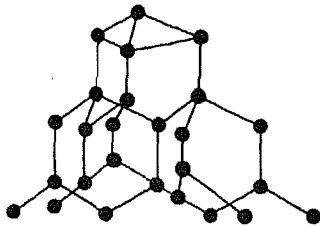
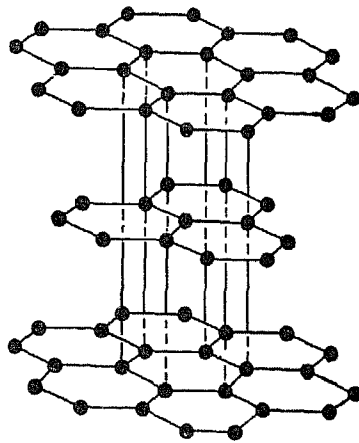
भारत में हीरे का और इसको काटने का ज्ञान हज़ारों वर्ष पहले से था। परंतु अब भारत में हीरे का उत्पादन नगण्य है और केवल मध्यप्रदेश के पन्ना तथा मैसूर के गोलकुंडा नामक स्थानों से हीरा प्राप्त होता है। भारत में उत्पन्न कुछ हीरे इतिहास प्रसिद्ध हैं, जैसे, कोहिनूर, मुग़ल, दरयायीनर तथा निज़ाम आदि।

प्रकृति से प्राप्त अन्य पदार्थों की अपेक्षा हीरा सबसे अधिक कठोर होता है। मशीन बनाने के लिए धातुओं को काटने तथा छेद करने और भूपृष्ठ के सख़्त पर्दे को काटकर खाई खोदने में हीरे के इस गुण का उपयोग किया जाता है (चित्र 17)। काँच को काटने के लिए भी छोटे हीरे का उपयोग किया जाता है।

हीरे को जब गरम करके लाल किया जाता है तो यह जलने लगता है तथा इसके जलने से कार्बन डाइआक्साइड बनती है। इसके अतिरिक्त हवा की अनुपस्थिति में लाल गरम करने से हीरे को ग्रैफ़ाइट में बदला जा सकता है। इसलिए हीरा भी एक सरल पदार्थ है जिसमें

चित्र 17. हीरे की नोक का बरमा

केवल तत्त्व कार्बन उपस्थित है। इस प्रकार कार्बन के परमाणु से विभिन्न सरल पदार्थ बनाए जा सकते हैं जो निश्चित परिस्थितियों में एक दूसरे में परिवर्तित हो सकते हैं।

किसी रासायनिक तत्त्व का दो या दो से अधिक मुक्त सरल पदार्थ की अवस्था में पाया जाना पदार्थ की अपररूपता कहलाती है।
एक ही रासायनिक तत्त्व से प्राप्त विभिन्न सरल पदार्थों को अपर-रूप कहते हैं।

ग्रैफ़ाइट तथा हीरा रासायनिक तत्त्व कार्बन के अपररूप हैं। ग्रैफ़ाइट और हीरे के विभिन्न गुणों को हम उनमें उपस्थित कार्बन परमाणुओं की मात्रा, स्थिति तथा वितरण द्वारा समझ सकते हैं चित्र 18 (क) तथा (ख)। कार्बन के अतिरिक्त और भी बहुत से तत्त्वों में अपररूपता का गुण पाया जाता है, जैसे गंधक या फ़ास्फ़ोरस।

चित्र 18 (क) हीरे में कार्बन परमाणुओं की स्थिति

चित्र 18 (ख) ग्रेफ़ाइट में कार्बन परमाणुओं की स्थिति

अक्रिस्टलीय कार्बन

वास्तव में साधारण काठ-कोयला कई अन्य पदार्थों का मिश्रण होता है जिसका मुख्य भाग कार्बन तत्त्व है। इसको हम कार्बन का अपररूप नहीं कहते हैं क्योंकि इसमें कार्बन के परमाणुओं की स्थिति ग्रैफ़ाइट के समान होती है। काठ-कोयला अपने अक्रिस्टलीय रूप तथा सरंध्रता के कारण ग्रैफ़ाइट से भिन्न लगता है। कोक, हड्डियों का कोयला तथा कालिख कार्बन के अन्य रूप हैं।

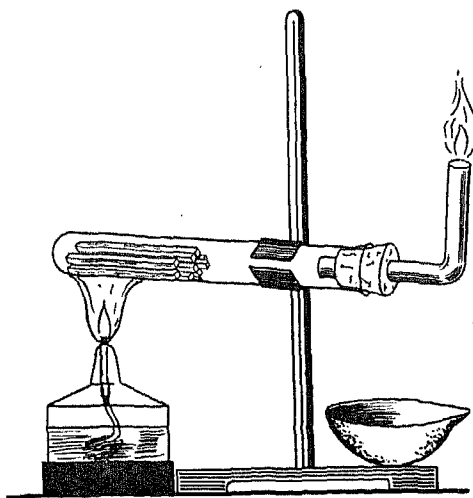
प्रश्न

1. प्रकृति में पाए जाने वाले कार्बन के यौगिकों का क्या महत्त्व है ?
2. यह कैसे सिद्ध करोगे कि हीरा तथा ग्रैफ़ाइट दोनों ही रासायनिक तत्त्व कार्बन के बनें सरल पदार्थ हैं ।
3. अपररूपता क्या है ? इसका उदाहरण दो ?
4. हीरा, ग्रैफ़ाइट तथा काठ-कोयले के गुणों की विभिन्नता को कैसे समझा सकते हो ?

25. काठ-कोयले का बनाना तथा इसके गुण

सीमित हवा में लकड़ी के जलने से काठ-कोयला प्राप्त होता है । इस क्रिया में लकड़ी के जलने के साथ काठ-कोयले का कुछ भाग जलता है तथा कुछ अन्य उपयोगी पदार्थ भी नष्ट हो जाते हैं । इसलिए काठ-कोयला बनाने की यह विधि ख़र्चीली है । इस प्रकार की हानि को कम करने के लिए लकड़ी का विघटन हवा की अनुपस्थिति में एक बंद बर्तन में गरम करके किया जाता है । इस विधि को **शुष्क आसवन** की क्रिया कहते हैं ।

प्रदर्शन

चित्र 19 की तरह उपकरण सजाओ । एक चौड़ी परखनली का एक तिहाई भाग सूखी लकड़ी के बुरादे या लकड़ी की खपच्चियों से भर लो । चित्र की तरह इसे

चित्र 19. लकड़ी का शुष्क आसवन

स्टैंड पर लगाओ। स्प्रिटलैम्प द्वारा परखनली को कुछ देर गरम करो तथा उसमें होने वाले परिवर्तनों को देखो। निकासनली से निकली हुई गैस के जलने का अध्ययन करो। जब गैस का निकलना बंद हो जाए तो परखनली के नीचे एक चीनी की प्याली रखो और सावधानी से ढक्कन हटाओ।
परखनली में से तरल पदार्थ को उडेलो और देखो कि इसमें विशेष गंध है तथा यह लिटमस को लाल कर देती है। परखनली में प्राप्त काठ-कोयले को एक काग़ज़ पर लो और उसकी जाँच करो।

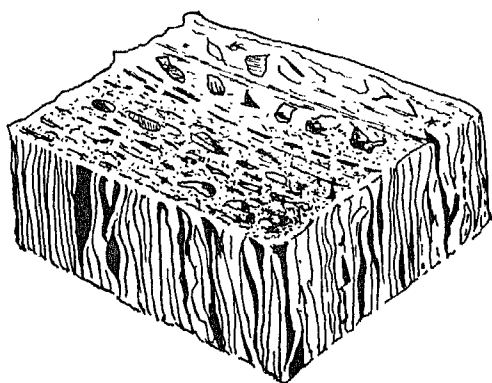
ऊपर के प्रयोग से यह देखा जा सकता है कि लकड़ी के तापीय विघटन से निम्न-लिखित पदार्थ प्राप्त होते हैं :

1. ज्वलनशील गैस—जैसे उड-गैस
2. कुछ अम्लीय तरल पदार्थ
3. काठ-कोयला

इससे प्राप्त द्रव पदार्थ में अधिकतर पानी होता है और उसमें थोड़ी बहुत मात्रा में एसिटिक एसिड (सिरका), टार (काले गाढ़े रंग का द्रव), मेथिल एल्कोहल तथा अन्य कई पदार्थ होते हैं। लकड़ी के औद्योगिक स्तर पर तापीय विघटन के लिए लकड़ी का बुरादा, खपच्चियाँ या बल्लियाँ तथा बेकार लकड़ी का उपयोग होता है। इस क्रिया से प्राप्त द्रव तथा गैसीय पदार्थ को विभिन्न उद्योगों में अम्ल तथा ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है।

लकड़ी से प्राप्त काठ-कोयले की बनावट लकड़ी की बनावट जसी रहती है। पौधों में जो पानी के आवागमन की नलियाँ होती हैं, वे सूखी लकड़ी में भी रहती हैं और ताप विघटन से इन्हीं नलियों के स्थान पर काठ-कोयले में असंख्य छिद्र बन जाते हैं (चित्र 20)। पीसा हुआ कोयला पानी में डूब जाता है (घनत्त्व 1·8 से 2·1) परंतु सरंध्र होने के कारण काठ-कोयले के टुकड़े पानी में तैरते हैं। यदि काठ-कोयले के टुकड़े को तार की सहायता से उबलते हुए पानी में डुबो दिया जाए तो उसके छेद से हवा बाहर निकल आती है और रिक्त स्थान में पानी भर जाता है। तब यह टुकड़ा पानी में डूब जाता है।

प्रदर्शन

गहरे लाल रंग के ब्रोमीन के वाष्प से भरे एक कार्क लगे बोतल या फ़्लास्क में काठ-कोयले के कुछ टुकड़ों को डालकर फ़ौरन डाट लगा दो। डाट लगी हुई बोतल को तब तक के लिए छोड़ दो जब तक कि फ़्लास्क के अंदर का रंग लुप्त न हो जाए।

चित्र 20. काठ-कोयले का टुकड़ा

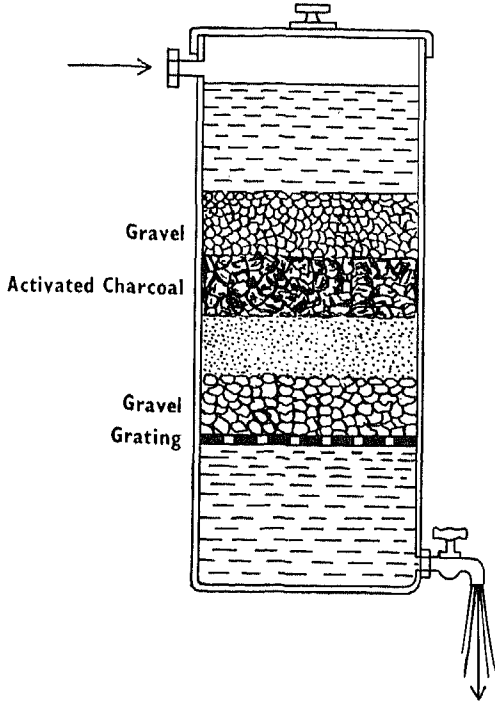
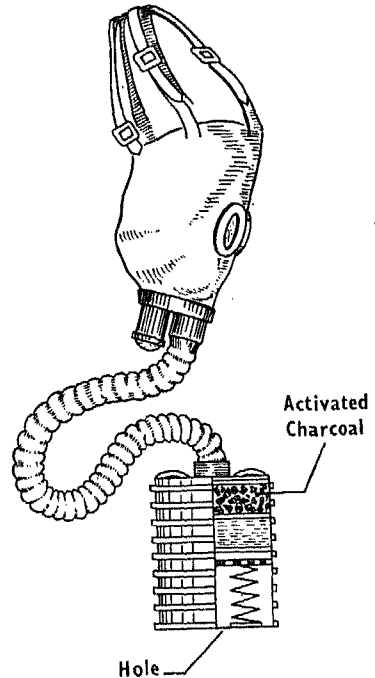
अब फ़्लास्क को सावधानी से गरम करो और देखो कि ब्रोमीन का वाष्प फिर से काठ-कोयले से बाहर निकल आता है।

थोड़ी सी मात्रा में फ़ुकसीन रंग लेकर इस रंग का जलीय विलयन बनाओ। एक परखनली में इस रंगीन द्रव का कुछ भाग लो और उसमें काठ-कोयले के कुछ टुकड़े डालो। इसे डाट से बंद करके कई बार हिलाओ। अब तुम क्या देखते हो? क्या द्रव के रंग में परिवर्तन हो गया है? अगर हुआ तो क्या परिवर्तन हुआ है?

गैसों को शोषण करने के गुण तथा विलयन से अन्य पदार्थों के शोषण करनें की क्रिया को काठ-कोयला और अन्य पदार्थों से दिखाया जा सकता है।

ठोस पदार्थों के अपने धरातल पर, गैस या विलेय पदार्थों के शोषण करने की क्रिया को अभिशोषण क्रिया कहते हैं। जिन पदार्थों की सतह पर अभिशोषण की क्रिया होती हैं उन्हें अभि-शोषक कहते हैं।

ठोस पदार्थों की गैस तथा विलेय पदार्थों के अभिशोषण करनें की क्षमता उनके धरातल के क्षेत्रफल पर निर्भर करती है। काठ-कोयले के धरातल का क्षेत्रफल सरंध्रता के कारण बहुत अधिक होता है। यह अनुमान किया गया है कि काठ-कोयले के एक ग्राम के टुकड़े का छिद्र सहित क्षेत्रफल 200 से 1 हज़ार वर्गमीटर तक हो सकता है। यह विभिन्न प्रकार के काठ-कोयले में कम ज़्यादा हो सकता है। काठ-कोयले के धरातल का यह विस्तृत क्षेत्रफल ही कोयले को गैस तथा विलेय पदार्थों के शोषण करनें का गुण प्रदान करता है और इस गुण का उपयोग विलयनों के शोधन में होता है। रंगीन विलयन का रंगहीन बनाना इसका

उदाहरण है। काठ-कोयला क्रियाशील अभिशोषक है। उसकी अभिशोषण करने की क्षमता पानी को भाप में रखने से और बढ़ जाती है क्योंकि इससे उसकी सतह पर उपस्थित तार तथा गोंद इत्यादि हट जाते हैं। इस प्रकार के काठ-कोयले को सक्रिय काठ-कोयला कहते हैं। जलकलों में पानी का शोधन, गन्ने के रस का शोधन तथा विभिन्न गैसों के शोषण के लिए सक्रिय काठ-कोयले का उपयोग किया जाता है (चित्र 21)। विषैली गैसों से श्वसन अंगों को बचाने के लिए गैस मुखावरण में भी इसका उपयोग किया जाता है (चित्र 22)।

चित्र 21. सक्रिय काठ-कोयले द्वारा पानी का शोधन

चित्र 22. गैस मुखावरण

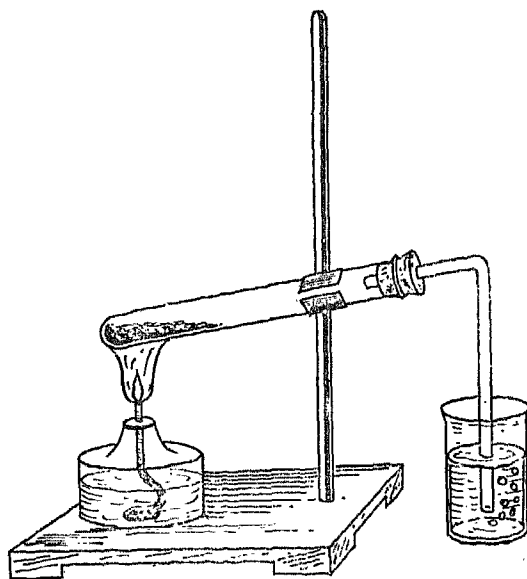
प्रश्न

1. लकड़ी के शुष्क-आसवन से क्या समझते हो ? इससे क्या-क्या पदार्थ मिलते हैं ?
2. काठ-कोयले का टुकड़ा पानी में क्यों तैरता है ?
3. अभिशोषण की क्रिया से क्या समझते हो ? इसका उदाहरण दो तथा इसका प्रायोगिक उपयोग भी बताओ।
4. सक्रिय काठ-कोयला किसे कहते हैं ? इसका क्या उपयोग है ?

26. कार्बन के रासायनिक गुण

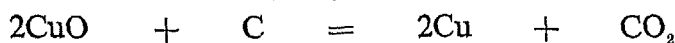
कार्बन का एक प्रमुख गुण यह है कि वह आक्सीजन से संयुक्त होकर जलता है। ग्रैफ़ाइट तथा हीरा केवल शुद्ध आक्सीजन में जलते हैं। कार्बन कमरे के साधारण ताप पर आक्सीजन या हवा से प्रतिक्रिया नहीं करता। जलने की क्रिया के आरंभ होने के लिए ऊष्मा की आवश्यकता होती है। साधारणतः रासायनिक क्रियाओं में कार्बन का उपयोग काठ-कोयला या कोक के रूप में किया जाता है। कोयले को जलाने से बहुत अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न होती है। उद्योगों में ऊष्मा को उत्पन्न करने के लिए कोयले का अधिक मात्रा में उपयोग किया जाता है। आओ देखें कि क्या कार्बन दूसरे यौगिकों से जिनमें आक्सीजन उपस्थित है, कोई क्रिया करता है ?

प्रदर्शन

कापर आक्साइड के काले चूर्ण को काठ-कोयले के चूर्ण में मिश्रित करो। इस मिश्रण का एक भाग निकासनली लगी हुई परखनली में लेकर एक स्टैंड पर चित्र 23 की भाँति लगाओ। निकासनली का सिरा एक बीकर में रखे चूने के पानी में डूबा हुआ हो। आरंभ में परखनली को सावधानी से धीमे गरम करो और उसके बाद तेज़ी से गरम करो।

चित्र 23. कापर आक्साइड का अपचयन

थोड़ी देर के बाद परखनली में ताँबे के धातु का लाल चूर्ण दिखाई पड़ता है और बीकर में चूने का पानी दूधिया हो जाता है।

परखनली में निम्नलिखित क्रिया होती है :

$$2CuO + C = 2Cu + CO_2$$

इस क्रिया में कापर आक्साइड का कापर में अपचयन हुआ और कार्बन ने एक अपचायक के रूप में काम किया है। इसी प्रकार से और बहुत-सी धात्विक आक्साइडों को भी कार्बन के साथ गरम करके धातु में अपचयित किया जा सकता है।

प्रयोग

लैड आक्साइड के पीले चूर्ण को काठ-कोयले के चूर्ण में मिलाओ। एक काठ-कोयले के टुकड़े में एक छोटा सा गढ्ढा बनाकर इस मिश्रण को उसमें डालो और फुकनी की सहायता से काठ-कोयले के टुकड़े को गरम करो। इस गढ्ढे में तुम्हें क्या दिखाई पड़ता है ?

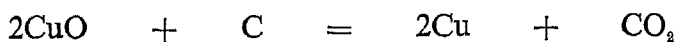
इस क्रिया में लैड आक्साइड का अपचयन द्वारा सीसा धातु की चमकती हुई गोलियाँ प्राप्त होती हैं। ठंडी होने पर ये गोलियाँ ठोस बन जाती हैं।

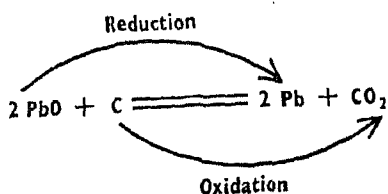
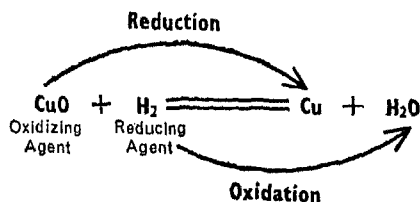
$$2PbO + C = 2Pb + CO_2$$

धात्विक आक्साइड को उसके धातु में अपचयन करना कार्बन का एक महत्त्वपूर्ण रासायनिक गुण है। खनिज अयस्कों से धातु को प्राप्त करने में इस गुण का उपयोग किया जाता है। धात्विक आक्साइड का कार्बन के साथ प्रतिक्रिया अपचयन की अभिक्रिया का एक उदाहरण है।

अपचयन क्रिया के साथ-साथ आक्सीकरण की क्रिया भी होती रहती है।

उदाहरण के लिए कापर आक्साइड के साथ काठ-कोयले की प्रतिक्रिया द्वारा न केवल कापर आक्साइड का ताँबा धातु में अपचयन होता है वरन् साथ ही साथ कार्बन स्वयं कार्बन डाइआक्साइड में आक्सीकृत भी होता है इस क्रिया में कापर आक्साइड आक्सीकारक है।

$$\underset{\text{अपचयित}}{2CuO} + \underset{\text{आक्सीकृत}}{C} = 2Cu + CO_2$$

इसी प्रकार काठ-कोयले द्वारा लैड आक्साइड के अपचयन के क्रिया में कार्बन का आक्सीकरण होता है (चित्र 24)।

हाइड्रोजन द्वारा कापर आक्साइड के अपचयन की क्रिया में कापर आक्साइड से कापर बनता है और साथ ही साथ हाइड्रोजन आक्सीकृत होता है (चित्र 25)।

चित्र 24 चित्र 25

रासायनिक क्रियाएँ जिनमें एक तत्व का अपचयन तथा दूसरे का आक्सीकरण होता है, **आक्सीकरण—अपचयन** की क्रिया कहलाती है।

प्रश्न

1. कार्बन के रासायनिक गुण क्या हैं ?
2. धात्विक आक्साइड के धातुओं में अपचयित होने के कारण दो। उनका समीकरण लिखो तथा प्रतिक्रिया की सारी शर्तों को भी लिखो।
3. हाइड्रोजन तथा कार्बन द्वारा कापर आक्साइड के अपचयन की क्रियाओं में क्या समानता तथा विभिन्नताएँ हैं ?
4. आक्सीकरण-अपचयन की क्रिया क्या है ? कापर आक्साइड तथा हाइड्रोजन की क्रिया को इस प्रकार की क्रिया क्यों कहते हैं ?
5. 52·8 ग्राम कापर आक्साइड को काठ-कोयले के साथ इतना गरम किया गया कि सारा कापर आक्साइड अपचयित हो गया :

    (क) कितना ताँबा प्राप्त हुआ ?

    (ख) कार्बन डाइआक्साइड की कितनी मात्रा निकली ?

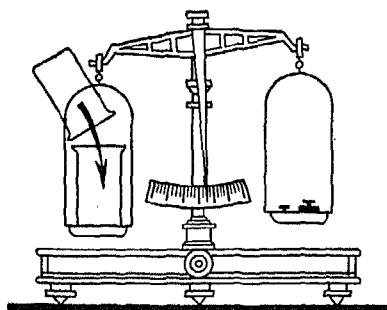
उत्तर (क) 42·2 ग्राम
(ख) 14·5 ग्राम

27. कार्बन डाइआक्साइड

रासायनिक सूत्र—CO_2 अणुभार—44

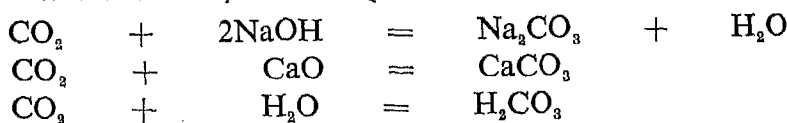
कार्बन तथा इसके यौगिकों के जलने की क्रिया में कार्बन डाइआक्साइड उत्पन्न होती है। तुम इस गैस के बनाने की क्रिया तथा कुछ गुणों से अध्याय एक में परिचित हो चुके हो।

कार्बन डाइआक्साइड प्रकृति में व्यापक रूप से उपलब्ध है। यह एक रंगहीन गैस है। सामान्य परिस्थितियों में इस गैस के एक लिटर आयतन का भार 1·96 ग्राम है अर्थात् हवा

से यह लगभग $1\frac{1}{2}$ गुणा भारी है (चित्र 26)। यह पानी में आक्सीजन की अपेक्षा अधिक विलेय है। एक लिटर पानी में लगभग उतना ही आयतन कार्बन डाइआक्साइड घुल जाती

चित्र 26. कार्बन डाइआक्साइड का भारीपन

है। 60 वायुमंडलीय दाब पर यह एक रंगहीन द्रव में परिवर्तित हो जाती है। इस द्रव का क्वथनांक—78° सें० है। द्रव रूप में कार्बन डाइआक्साइड का संचयन तथा स्थानान्तरण इस्पात के काले रंग के सिलिंडरों में किया जाता है। जब कार्बन डाइआक्साइड की सिलिंडर के बाहर उड़ेलते हैं तो यह तेज़ी से खौलने लगती है और वाष्पित हो जाती है। वाष्पित द्रव का ताप और कम हो जाता है और यह बर्फ़ की तरह के ठोस के रूप में परिवर्तित हो जाती है। दबे हुए, ठोस कार्बन डाइआक्साइड को 'शुष्क बर्फ़' कहते हैं, क्योंकि यह धीरे-धीरे ठोस अवस्था से सीधे ही गैसीय अवस्था में परिवर्तित हो जाती है। कार्बन डाइआक्साइड एक अम्लीय आक्साइड है। यह कार्बनिक एसिड का एन्हाइड्राइड है।

अम्लीय आक्साइडों की सभी रासायनिक क्रियाएँ कार्बन डाइआक्साइड भी देती हैं। उदाहरण के लिए यह एलकली (क्षार) या क्षारीय आक्साइड से प्रतिक्रिया करके कार्बोनेट लवण तथा पानी से कार्बोनिक एसिड बनाती है।

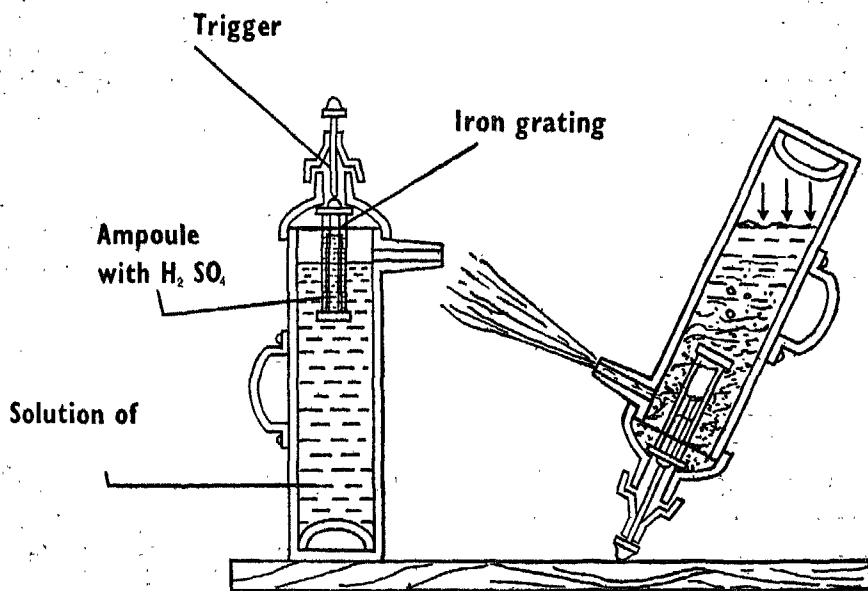
$$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$$
$$CO_2 + CaO = CaCO_3$$
$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

पौधों, जानवरों तथा मनुष्यों की श्वसन क्रिया में कार्बन डाइआक्साइड उत्पन्न होती है। एक मनुष्य प्रतिदिन (24 घंटे में) लगभग 400 लि० कार्बन डाइआक्साइड साँस के साथ बाहर निकालता है। यह अनुमान किया गया है कि विभिन्न प्रकार के ईंधनों (लकड़ी, कोयला, पेट्रोलियम तथा गैस) के जलने से प्रतिवर्ष 20 करोड़ टन कार्बन डाइआक्साइड उत्पन्न होती है।

पौधों में पोषण का मुख्य स्रोत कार्बन डाइआक्साइड है। एक हेक्टेयर (100 मीटर वर्ग) क्षेत्रफल के खेत में उगते हुए पौधे प्रतिदिन लगभग 250 से 500 कि० ग्राम कार्बन डाइआक्साइड का शोषण करते हैं। प्रकृति में ज्वालामुखी के उद्गार में भी काफ़ी कार्बन डाइआक्साइड पाई जाती है। कुछ ज्वालामुखी पर्वतों से उनके उद्गार के समय कई लाख टन तक कार्बन डाइआक्साइड निकलती है। प्राकृतिक पानी में विशेषकर भूमि के अंदर पानी में प्रायः काफ़ी कार्बन डाइआक्साइड घुली हुई अवस्था में होती है।

कार्बन डाइआक्साइड के उपयोग

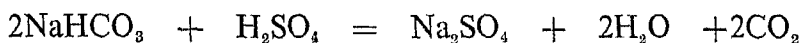
कई उद्योगों में कार्बन डाइआक्साइड का उपयोग होता है। कार्बन डाइआक्साइड से उत्पन्न सूखा बर्फ़ रेफ्रीजरेटर यंत्र के काम में आती है। कार्बन डाइआक्साइड धावन सोडा, अनेक प्रकार के पेय सोडा और केक बनाने के काम में भी आती है।

पदार्थों के जलने में सहायता न करना भी कार्बन डाइआक्साइड का एक गुण है। इस गुण का उपयोग आग बुझाने में किया जाता है। इसके लिए विशेष यंत्रों का उपयोग किया जाता है जिसको अग्नि-निवारक कहते हैं।

चित्र 27 में रासायनिक अग्नि-निवारक की दो अवस्थाएँ दिखाई गई हैं। बाँई ओर यह भरी हुई अवस्था में दिखाया गया है और दाहिनी ओर काम करने की अवस्था में है।

चित्र 27. रासायनिक अग्नि-निवारक

पहली अवस्था में, अग्नि-निवारक यंत्र के सिलिंडर में सोडियम बाइकार्बोनेट का विलयन भर लिया जाता है। एक काँच की बंद शीशी में सल्फ़्यूरिक एसिड भरकर सिलिंडर के ऊपरी भाग में एक तार की जाली में लगाया जाता है।

इस यंत्र को काम में लाने के लिए इसे उलट कर यंत्र पर लगे धातु के बने ढक्कन को ज़ोर से भूमि पर या किसी सख़्त सतह पर ठोकते हैं। ऐसा करने से ढक्कन से लगी हुई धातु की छड़ काँच की शीशी को तोड़ देती है। सल्फ़्यूरिक अम्ल शीशी के बाहर निकलकर सोडियम बाइकार्बोनेट से निम्नलिखित प्रकार से क्रिया करता है :

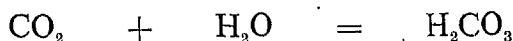
$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O + 2CO_2$$

कार्बन डाइआक्साइड तथा सिलिंडर में उपस्थित द्रव मिलकर झाग की एक धारा के रूप में अग्नि-निवारक की निकास नली से बाहर निकलते हैं। ये आग की लपट को हवा के आक्सीजन से वंचित कर देते हैं।

प्रश्न

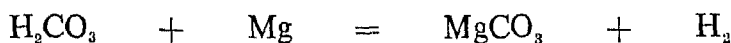
1. कार्बन डाइआक्साइड के भौतिक तथा रासायनिक गुण क्या हैं ?
2. प्रयोगशाला में कार्बन डाइआक्साइड बनाने के लिए किन पदार्थों की आवश्यकता होती है ?
3. यह कैसे सिद्ध कर सकते हो कि कार्बन डाइआक्साइड एक अम्लीय आक्साइड है ?
4. अग्नि-निवारक यंत्र के सिद्धांत को समझाओ। इस यंत्र की कार्य विधि में होने वाली रासायनिक क्रिया को भी लिखो।
5. 'शुष्क बर्फ़' किसे कहते हैं ?

28. कार्बोनिक एसिड तथा उसके लवण

कार्बन डाइआक्साइड को पानी में घोलने से कार्बोनिक एसिड प्राप्त होता है।

$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

यह अम्ल केवल जलीय विलयन की अवस्था में ही प्राप्त हो सकता है क्योंकि यह सरलता से पानी तथा कार्बन डाइआक्साइड में विघटित हो जाता है। कार्बोनिक अम्ल में अम्लों के सामान्य गुण उपस्थित हैं। परंतु सल्फ़्यूरिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अपेक्षा इस अम्ल के साथ क्रियाएँ कुछ धीरे-धीरे होती हैं। कार्बोनिक अम्ल का विलयन बैंजनी लिटमस को हल्का लाल कर देता है। कार्बोनिक अम्ल का स्वाद हल्का खटास लिए होता है।

धातुओं में केवल सक्रिय धातु से ही कार्बोनिक एसिड की प्रतिक्रिया धीरे-धीरे होती है। उदाहरण के लिए मैग्नीशियम चूर्ण के साथ धीरे-धीरे हाइड्रोजन गैस के बुलबुले निकलते हैं।

$$H_2CO_3 + Mg = MgCO_3 + H_2$$

इन गुणों के कारण हम कार्बोनिक एसिड को कमज़ोर एसिड कहते हैं।

कार्बोनिक एसिड की क्षारीयता दो है इसलिए इससे दो तरह के लवण प्राप्त होते हैं—

Na_2CO_3—सोडियम कार्बोनेट (सामान्य लवण)

$NaHCO_3$—सोडियम बाइकार्बोनेट (अम्ल लवण)

कार्बोनेट

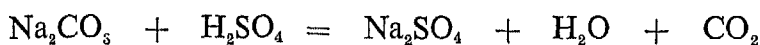
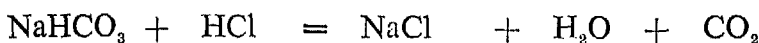
प्रयोग

दो काँच की घड़ियों में अलग-अलग थोड़ी-थोड़ी मात्रा में सोडियम कार्बोनेट तथा सोडियम बाइकार्बोनेट लो और प्रत्येक घड़िया में दो-तीन बूँद तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की मिलाओ। देखो कि इसमें क्या प्रतिक्रिया होती है।

इसी प्रकार का प्रयोग तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल से दोहराओ तथा निरीक्षण करो।

ऊपर के प्रयोगों से यह स्पष्ट है कि तनु खनिज अम्लों के साथ क्रिया करने पर कार्बोनेट से कार्बन डाइआक्साइड गैस निकलती है।

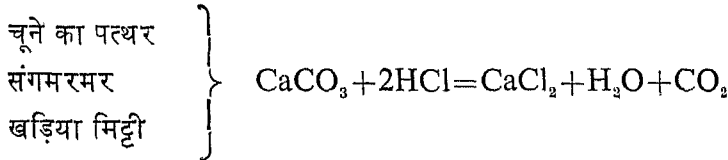
$$\underset{\text{धावन सोडा}}{Na_2CO_3} + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2$$

$$\underset{\text{खाने का सोडा}}{NaHCO_3} + HCl = NaCl + H_2O + CO_2$$

प्रयोग

पाँच घड़ियों में संगमरमर, खड़िया, चिकनी मिट्टी, चूने का पत्थर तथा ग्रैनाइट के नमूने लो। प्रत्येक में दो-तीन बूँद तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालो और सावधानी से देखो कि क्या क्रिया होती है। यदि कोई गैस निकलती है तो एक काँच की छड़ पर चूने के पानी की एक आलंबित बूँद लेकर प्रत्येक का जाँच करो।

केवल उन्हीं खनिजों में, जिनमें कार्बोनेट उपस्थित हैं, गैस की बुदबुदाहट पड़ती है। चिकनी मिट्टी तथा ग्रैनाइट से कोई प्रतिक्रिया नहीं होती। इसलिए हम कह सकते हैं कि उनमें कार्बोनेट नहीं होती। शेष सभी नमूने कैल्सियम कार्बोनेट के विभिन्न रूप हैं। इनसे

निम्नलिखित प्रकार की प्रतिक्रिया होती हैं :

चूने का पत्थर संगमरमर खड़िया मिट्टी	$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2$

सोडियम कार्बोनेट को हम धावन सोडा भी कह सकते हैं। यह सफ़ेद चूर्ण है जो पानी में अत्यंत विलेय है। काँच तथा साबुन के बनाने में, खाद्य तथा कपड़ा उद्योगों में, घरों में रोजमर्रा काम आने वाले इस पदार्थों के बनाने में धावन सोडा का व्यापक रूप से प्रयोग किया जाता है। धावन सोडा बनाना इसी कारण एक महवत्त्पूर्ण रासायनिक उद्योग है।

सोडियम बाइकार्बोनेट या खाने का सोडा, डबल रोटी और केक बनाने तथा अन्य दवाओं को बनाने के काम में लाया जाता है।

कार्बनिक अम्ल का कैल्सियम लवण प्रकृति में खड़िया, संगमरमर तथा चूने के पत्थर के रूप में पाया जाता है।

खड़िया तथा चूने का पत्थर प्रकृति में जीवों के कवच के अवशेष से बनता है। खड़िया चूर्ण को सूक्ष्मदर्शी से भी देखा जा सकता है (चित्र 28)।

चित्र 28. सूक्ष्मदर्शी से खड़िया चूर्ण

भूपृष्ट में बहुत से स्थानों पर चूने-पत्थर के विशाल ढेर हैं। भारत में चूने के पत्थर के ऐसे ढेर राजस्थान और मध्यप्रदेश में पाए जाते हैं। परंपरा से चूने के पत्थर का प्रयोग इमारतों को बनाने में किया जाता है। चूने-पत्थर की बहुत मात्रा उद्योगों में चूना बनाने के काम में आती है।

चूना-पत्थर की अपेक्षा संगमरमर प्रकृति में कम मात्रा में पाया जाता है। भारत में संगमरमर के निक्षेप मध्यप्रदेश तथा राजस्थान में पाए जाते हैं। संगमरमर सरलता से

चमकाया जा सकता है। कुछ संगमरमर रंगीन भी होते हैं। रंग का कारण उनमें उपस्थित अनेक प्रकार के खनिज हैं। इमारतों के फ़र्श तथा दीवारों को बनाने के लिए संगमरमर बहुत ही सुंदर पदार्थ है।

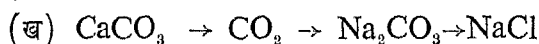
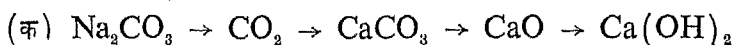
प्रकृति में मैलाकाइट नामक हरे खनिज के रूप में कापर कार्बोनेट पाया जाता है। भारत में भी यह खनिज पाया जाता है।

गृह कार्य

1. विभिन्न खनिज पदार्थों को एकत्र करो और उनकी जाँच हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से करो। इस प्रकार कार्बोनेट युक्त खनिजों को अलग करो।
2. विभिन्न प्रकार की मिट्टी को हवा में सुखाओ और उनकी जाँच हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से करो। अपने प्रेक्षण लिखो और निष्कर्ष भी निकालो।

प्रश्न

1. तुम्हारे ज्ञात खनिजों में कौन-कौन से कार्बोनिक अम्ल के लवण हैं ?
2. कपड़ा धोने का सोडा क्या है ? इसका क्या उपयोग है ?
3. उन क्रियाओं के समीकरण लिखो जिनकी सहायता से निम्नलिखित परिवर्तन किये जा सकते हैं :

   (क) $Na_2CO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2$

   (ख) $CaCO_3 \rightarrow CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow NaCl$
4. चूने के पत्थर का 50 ग्राम का एक टुकड़ा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में रखा गया। उसमें से निकली हुई कार्बन डाइआक्साइड का भार 18 ग्राम था। चूना-पत्थर की प्रतिशत शुद्धता निकालो ?

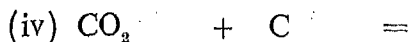
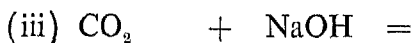
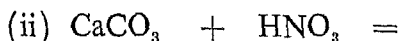
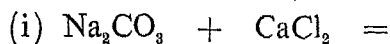
   (उत्तर : 18·2 प्रतिशत)
5. 3 कि० ग्राम संगमरमर से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया द्वारा कार्बन डाइआक्साइड का कितना भार प्राप्त हो सकता है ?

   (उत्तर : 2·32 कि० ग्राम)
6. निम्नलिखित समीकरणों को पूरा करो :

   (i) $Na_2CO_3 + CaCl_2 =$

   (ii) $CaCO_3 + HNO_3 =$

   (iii) $CO_2 + NaOH =$

   (iv) $CO_2 + C =$

7. चूना बनाने के लिए एक भट्टी में चूने का पत्थर जलाया गया। हम कैसे मालूम कर सकते हैं कि कोई प्रतिक्रिया हुई या नहीं ?
8. संगमरमर पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया में 10 लि० कार्बन डाइ-आक्साइड प्राप्त हुई। संगमरमर का कितना भार काम में आया ? (सामान्य स्थिति में 1 लि० कार्बन डाइआक्साइड का भार 1·96 ग्राम है।)
(उत्तर : 44·5 ग्राम)

29. कार्बन मॉनोक्साइड

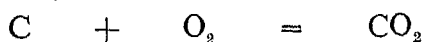
रासायनिक सूत्र—CO अणु भार—28

आक्सीजन के साथ कार्बन डाइआक्साइड के अतिरिक्त कार्बन का एक दूसरा यौगिक और बनता है। यह यौगिक कार्बन मॉनोक्साइड है। इस यौगिक में कार्बन को हम द्विसंयोजक समझ सकते हैं।

कार्बन मॉनोक्साइड रंगहीन गैस है, जो हवा से कुछ हल्की है। यह पानी में अविलेय है। इसका न कोई स्वाद है और न गंध। यह अत्यधिक **विषैली गैस** है। इस गैस की थोड़ी सी मात्रा सूँघने से रक्त का हीमोग्लोबिन निष्क्रिय होने लगता है। चक्कर आना, क़ै करना तथा बेहोश होना इस गैस से विषाक्त होने के चिह्न हैं। अधिक गैस के श्वसन से मृत्यु तक हो सकती है।

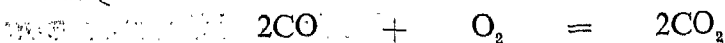
जब लकड़ी या काठ-कोयला नीले लपट से साथ जलती है तो उसमें कार्बन मॉनोक्साइड उत्पन्न हो रही होती है। यदि कमरे या ईंधन जलने के स्थान में चिमनी से पर्याप्त मात्रा में वायु का आवागमन नहीं होता तो उस सीमित हवा में कार्बन मॉनोक्साइड जल नहीं पाती और कमरे में फैल जाती है। हवा में इस गैस का मिश्रण घातक होता है।

कोयले के नीचे की तहें जलकर कार्बन डाइआक्साइड बनाती हैं।

$$C + O_2 = CO_2$$

कार्बन डाइआक्साइड ऊपर के लाल गरम कोयले की तहों के बीच गुज़रते समय (जहाँ बहुत थोड़ी मात्रा में हवा होती है) कोयले के साथ प्रतिक्रिया करके कार्बन मॉनोक्साइड बनाती है।

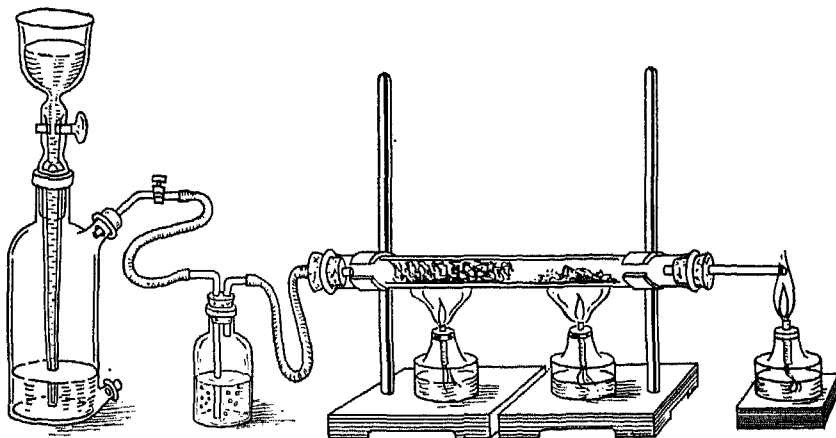
$$CO_2 + C = 2CO$$

यह कार्बन मॉनोक्साइड नीली लौ के साथ जलती है और कार्बन डाइआक्साइड बनाती है।

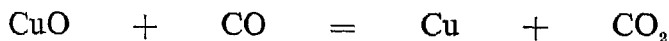
$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

इस दशा में कार्बन मॉनोक्साइड आक्सीजन या वायु से आक्सीकृत हो जाती है।

कार्बन मॉनोक्साइड के जलते समय काफ़ी मात्रा में ऊष्मा भी निकलती है। इसलिए 'प्रडयूसर गैस' के नाम से गैसीय ईंधन के रूप में इसको कभी-कभी उपयोग किया जाता है।

प्रदर्शन

चित्र 29 की तरह उपकरण को सजाओ। लंबी नली से होकर लाल गरम काठ-कोयले के ऊपर कार्बन डाइआक्साइड की धारा प्रवाहित करो। उसी नली के दूसरी ओर के भाग को गरम करके उसमें मौजूद कापर आक्साइड पर यह गैस प्रवाहित होने दो। इस प्रकार कापर आक्साइड धात्विक ताँबे में परिवर्तित हो जाता है। शेष निकलती हुई कार्बन मॉनोक्साइड को निकास नली के सिरे पर जलने दो। कभी भी कमरे की हवा के साथ कार्बन मॉनोक्साइड को मिलने न दो।

चित्र 29. कापर आक्साइड का अपचयन

कापर आक्साइड और कार्बन मॉनोक्साइड की प्रतिक्रिया से कापर आक्साइड का ताँबे में अपचयन और कार्बन डाइआक्साइड उत्पन्न होता है। यह **आक्सीकरण—अपचयन** क्रिया है।

$$CuO + CO = Cu + CO_2$$

कार्बन मॉनोक्साइड दूसरे धात्विक आक्साइडों को उनके धातुओं में अपचयन करता है। धात्विक निष्कर्षण के उद्योग में इस क्रिया का बहुत महत्त्व है।

बंद कमरे में आग जलने से कार्बन मानोक्साइड बनती है और वह कमरे की हवा को हानिकारक बना देती है। यह विशेष रूप से ख़तरनाक है क्योंकि इसमें कोई गंध नहीं होती और तब तक इसका अनुभव नहीं होता जब तक कि इससे कुछ हानि नहीं पहुँच जाती। यदि किसी मनुष्य का गैस से विषाक्तन हो जाए तो यह आवश्यक है कि उसे फ़ौरन खुली हवा में ले जाया जाए और यदि साँस बंद हो जाए तो उसे कृत्रिम श्वसन दिया जाए या आक्सीजन का उपयोग किया जाए। गैस विषाक्तन की अवस्था में डाक्टर को तत्काल ही ख़बर देनी चाहिए।

उपयोग

कार्बन मानोक्साइड की बहुत अधिक मात्रा मेथिल एल्कोहल और कृत्रिम पेट्रोलियम के बनाने में और धातु निष्कर्षण में काम आती है तथा ईंधन के रूप में भी इसका उपयोग किया जाता है।

प्रश्न

1. किन परिस्थितियों में कार्बन मानोक्साइड उत्पन्न होती है ?
2. कार्बन मानोक्साइड का उद्योगों में उपयोग उसके किन गुणों पर आधारित है ?
3. यह कैसे दिखा सकते हो कि कार्बन मानोक्साइड एक अपचायक है ? समीकरण सहित समझाओ।
4. कार्बन मानोक्साइड द्वारा कापर आक्साइड के अपचयन से 160 ग्राम ताँबा प्राप्त हुआ :
   (क) कितना कापर आक्साइड लिया गया था ?
   (ख) कितना कार्बन मानोक्साइड काम में आया ?

उत्तर : (क) 200 ग्राम
(ख) 70 ग्राम

30. कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिक

मेथेन

आणविक सूत्र—CH_4 अणु भार—16

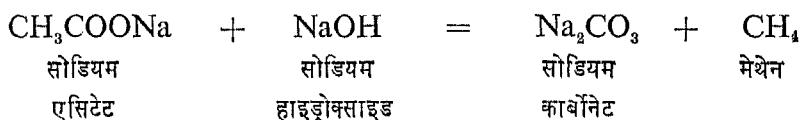
कार्बन और हाइड्रोजन का सबसे सरल यौगिक मेथेन है।

प्रदर्शन

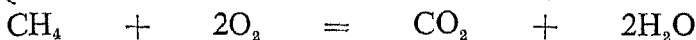
एक सख्त तथा चौड़ी सूखी परखनली में दो ग्राम सोडियम एसीटेट तथा उतना ही सोडा-लाइम (ठोस कास्टिक सोडा तथा चूने का मिश्रण) लो। परखनली में

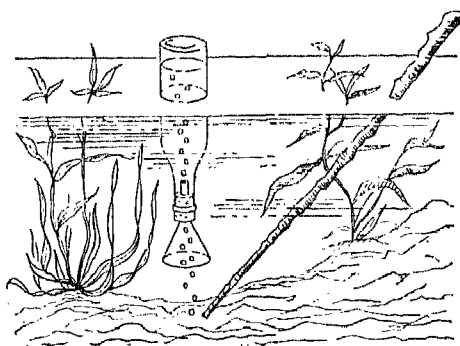
निकास नली लगा कर स्टैंड पर क्षैतिज अवस्था में लगाओ और निकास नली का सिरा पानी से भरे नाद में डूबो दो। परखनली को सावधानी से गरम करो और निकलती हुई गैस कई परखनलियों में एकत्र करो।

देखो कि गैस रंगहीन और गंधहीन है, और पानी में अविलेय है। निकास नली के खुले सिरे के पास जलती हुई दियासलाई को रखकर देखो कि गैस ज्वलनशील है। इस क्रिया को हम निम्नलिखित समीकरण से दिखा सकते हैं :

CH_3COONa	$+$	$NaOH$	$=$	Na_2CO_3	$+$	CH_4
सोडियम एसिटेट		सोडियम हाइड्रोक्साइड		सोडियम कार्बोनेट		मेथेन

मेथेन रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन गैस है। इसका घनत्व हवा की अपेक्षा आधा होता है। यह पानी में अविलेय है।

यह हवा में नीली लौ के साथ जलकर कार्बन डाइआक्साइड और पानी बनाती है।

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

इस क्रिया में बहुत अधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है। अन्य ज्वलनशील गैसों की भाँति मेथेन भी हवा में और विशेषत: आक्सीजन के साथ विस्फोटक मिश्रण बनाती है।

मेथेन को मार्श गैस भी (मार्श का अर्थ है दलदल) कहते हैं। क्योंकि हवा की अनुपस्थिति में बंद पानी के अंदर पौधों के अवशेष के विघटन से यह गैस बनती रहती है। इसलिए दलदली स्थानों में कभी-कभी इस गैस को एकत्र भी कर सकते हैं (चित्र 30)।

चित्र 30. दलदल में मेथेन एकत्र करना

हवा की अनुपस्थिति में लकड़ी के विघटन से तथा प्रकृति में कोयले के बनने की क्रिया में मेथेन उत्पन्न होती है। कभी-कभी कोयले की खानों में यह एकत्र हो जाती है और हवा

के साथ विस्फ़ोटक मिश्रण बनाती है। इसलिए खानों में विस्फ़ोट को रोकने के लिए बाहरी वायुमंडल से हवा के भली प्रकार आ-जा सकने की व्यवस्था करनी पड़ती है। खानों के अंदर की वायु में मेथेन की उपस्थिति का परीक्षण भी समय-समय पर कर लिया जाता है।

प्राकृतिक गैस में लगभग 80 से 98 प्रतिशत मेथेन होती है। रासायनिक उद्योगों के लिए प्राकृतिक गैस प्रमुख कच्चा माल है। भारत में यह गुजरात तथा असम में पाई जाती है।

पेट्रोलियम उद्योग में मेथेन उत्पन्न होती है। इसका उपयोग घरों में ईंधन के रूप में किया जाता है। इसके जलने से धुँआ नहीं निकलता इसलिए इसका उपयोग स्वास्थ्य के लिये हानिकारक नहीं है।

प्रश्न

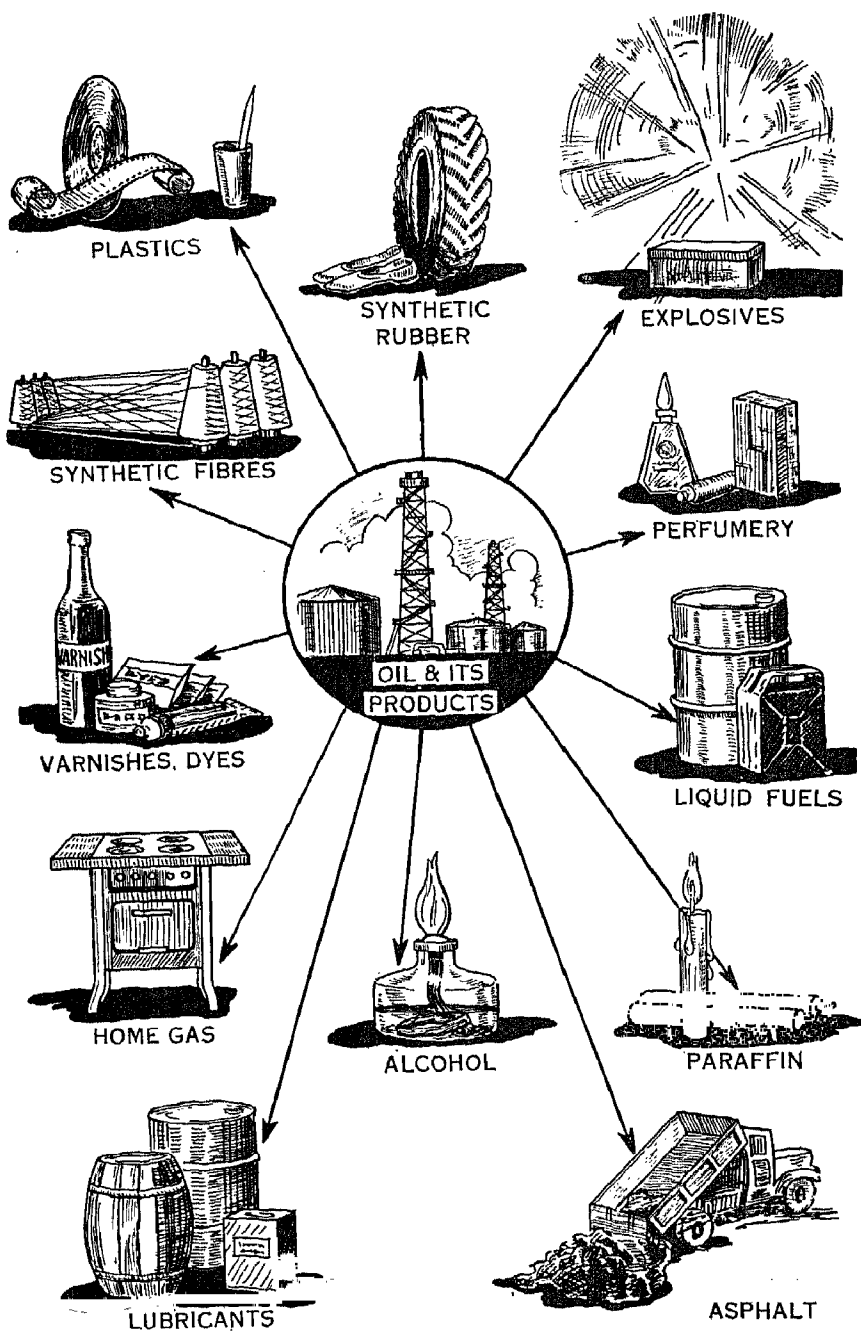
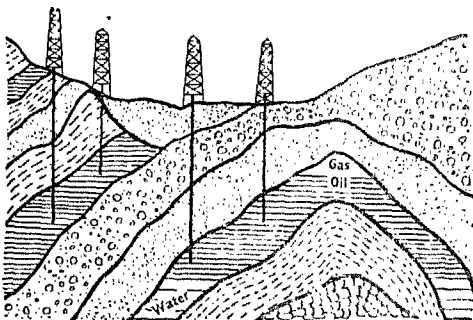
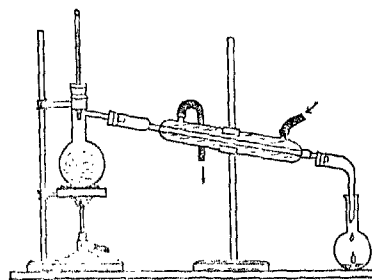
1. प्रकृति में मेथेन किन परिस्थितियों में उत्पन्न होती है ?
2. एक घन मीटर मेथेन में जलने के लिए कितने घन मीटर आक्सीजन की आवश्यकता होगी ? (सामान्य अवस्था में एक लि० आक्सीजन का भार 1·44 ग्राम और एक लि० मेथेन का भार 0·72 ग्राम होता है)।
3. मेथेन को अच्छा ईंधन क्यों समझते हैं ?

31. पेट्रोलियम तथा इससे उत्पन्न कुछ पदार्थ

मेथेन के अतिरिक्त, कार्बन तथा हाइड्रोजन के और भी बहुत-से यौगिक हैं। इन यौगिकों का सामान्य नाम हाइड्रोकार्बन है।

हाइड्रोकार्बन गैस, द्रव तथा ठोस हो सकते हैं। ठोस तथा गैसीय हाइड्रोकार्बन द्रव हाइड्रोकार्बन में घुल कर जटिल मिश्रण बनाते हैं। पेट्रोलियम एक ऐसा ही मिश्रण है जो प्रकृति में जानवरों तथा पौधों के अवशेष के विघटन से बनता है। यह गहरे काले रंग का एक तेल जैसा द्रव्य है जिसमें विशेष गंध होती है। यह पानी से हल्का है तथा उसमें अविलेय भी है। भूमि के अंदर अधिक गहराई में स्तरीभूत तहों के बीच पेट्रोलियम पाया जाता है (चित्र 31)।

पेट्रोलियम के निक्षेप, मध्य पूर्व के देशों में, बेनेजुएला, रुस, अमेरिका तथा कुछ अन्य देशों में मिलते हैं। भारत में गुजरात तथा असम में पेट्रोलियम पाया जाता है। पेट्रोलियम की खोज अन्य स्थानों में भी की जा रही है, और आशा की जाती है कि भविष्य में और अन्य नए स्रोतों का आविष्कार होगा।

PLASTICS
SYNTHETIC RUBBER
EXPLOSIVES
SYNTHETIC FIBRES
PERFUMERY
OIL & ITS PRODUCTS
VARNISH
VARNISHES, DYES
LIQUID FUELS
HOME GAS
ALCOHOL
PARAFFIN
LUBRICANTS
ASPHALT

भूमि में कुएँ खोद कर पेट्रोलियम प्राप्त किया जाता है। पेट्रोलियम का शोधन करके विभिन्न प्रकार के ईंधन, स्नेहक तथा अन्य पदार्थ बनाए जाते हैं।

चित्र 31. पेट्रोलियम के निक्षेप

चित्र 32

प्रदर्शन

आसवन का उपकरण लगाओ (चित्र 32)। 25 मि० लि० क्रूड तेल फ़्लास्क में लो और उसमें चीनी मिट्टी के कुछ टुकड़े डाल दो ताकि उबलते समय पेट्रोलियम के छींटे न पड़ें। फ़्लास्क को गरम करो और 4 अलग-अलग पात्रों में निम्नलिखित ताप पर आसुत के विभिन्न अंशों को एकत्र करो।

(1) कमरे के ताप से 70° से० तक
(2) 70° से०—120° से०
(3) 120° से०—170° से०
(4) 170° से० के ऊपर

फ़्लास्क में एक काला अवशेष बचा रहना है। प्रत्येक अंश से ड्रापर की सहायता से दो-तीन बूंद निकालकर चीनी मिट्टी की प्याली में रखकर जलाओ और देखो कि ज्वलनशील हैं या नहीं। उसके जलने तथा उनकी ज्वलनशीलता को देखो। बचे हुए द्रव को फिर आसुत अंशों से मिलाकर देखो कि क्रूड तेल सा मिश्रण प्राप्त होता है या नहीं।

पेट्रोलियम कई पदार्थों का मिश्रण है, इसलिए इसका क्वथनांक स्थिर नहीं होता। आसवन के समय पहले गैस निकल आती है। इसके बाद कम क्वथनांक वाले द्रव जैसे पेट्रोलियम और मिट्टी का तेल आदि प्राप्त होते हैं। इस क्रिया में मिश्रण के अधिक वाष्पशील अवयवों के अलग होने के साथ ही साथ, बचे मिश्रण का क्वथनांक बढ़ता जाता है।

आसवन के बाद बचा हुआ अवशेष (टार) ईंधन की तरह काम में लाया जाता है। इसके शोधन से भी कई स्नेहक पदार्थ प्राप्त होते हैं।

पेट्रोलियम रासायनिक उद्योगों के लिए प्रमुख कच्चा माल है। पेट्रोलियम उद्योगों द्वारा कई विभिन्न रासायनिक पदार्थ बनाए जाते हैं। इनमें से कुछ रंग, दवाइयाँ, विस्फ़ोटक, एल्कोहल तथा रबड़ और प्लास्टिक इत्यादि हैं (चित्र 33)।

इसीलिए पेट्रोलियम को काला सोना कहते हैं।

गृह कार्य

पता लगाओ कि पेट्रोलियम से उत्पन्न कौन-सा पदार्थ अपने क्षेत्र में कारख़ानों तथा उद्योगों में काम आता है और अपने स्कूल के रसायन संग्रहालय के लिए इनके नमूनों को इकट्ठा करो।

प्रश्न

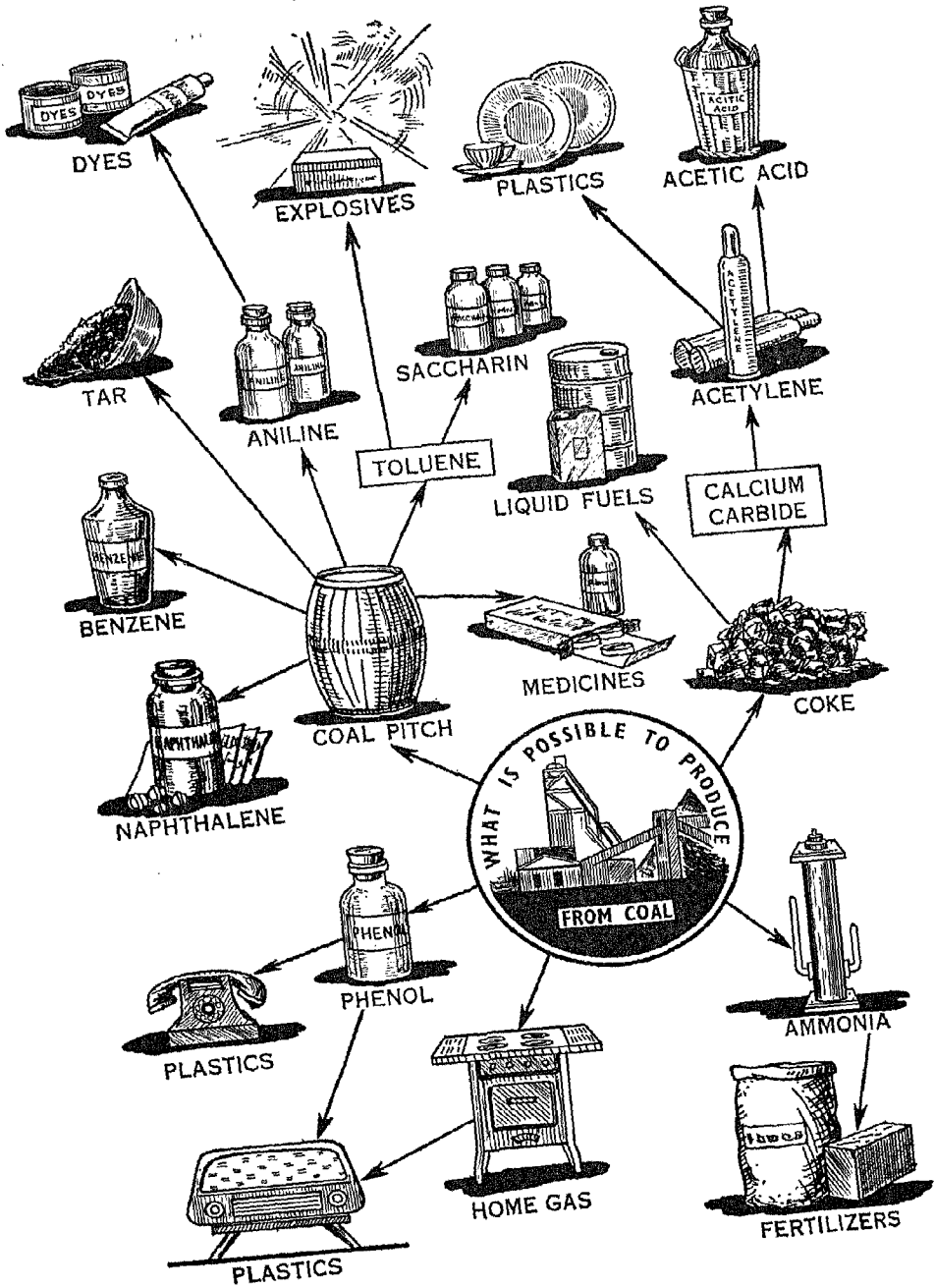
1. पेट्रोलियम के मुख्य गुण क्या हैं? हमारे देश में पेट्रोलियम किन-किन स्थानों में पाया जाता है?
2. पेट्रोलियम के शोधन तथा उससे प्राप्त ज्वलनशील तथा स्नेहक पदार्थों के अलग करने के क्या सिद्धांत हैं?
3. मिट्टी के तेल की पहचान पेट्रोलियम से कैसे करोगे?

32. कोयला

लाखों वर्ष पहले जो पौधे भूमि के अंदर दब गए थे, हवा की अनुपस्थिति में उनके विघटन होने से कोयला उत्पन्न हुआ। उन पौधों ने सूर्य से किरण द्वारा प्राप्त ऊर्जा को अपनी वृद्धि के समय लकड़ी के रूप में परिवर्तित किया था। इस लकड़ी से कोयला बनते समय भी यह ऊर्जा कोयले में जमा थी। इसलिए कोयले के निक्षेप को सूर्य की ऊर्जा का भंडार कहते हैं। पृथ्वी में कोयले के निक्षेप अनुमानतः 75 हज़ार खरब टन है। भारत भी एक प्रमुख कोयला उत्पादक देश है।

भारत के भूतत्व सर्वेक्षण विभाग का अनुमान है कि 300 मीटर की गहराई तक भारत में कोयले का परिमाण लगभग 3,189,000,000 टन हैं।

भारत में सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण कोयले की खानें पश्चिमी बंगाल के रानीगंज और बिहार में झरिया और बोकारो में हैं। सन् 1965 में 170 करोड़ रुपयों के मूल्य का 6,70,00,000 मीट्रिक टन कोयला उत्पन्न हुआ।

DYES
EXPLOSIVES
PLASTICS
ACETIC ACID
TAR
ANILINE
SACCHARIN
ACETYLENE
TOLUENE
LIQUID FUELS
CALCIUM CARBIDE
BENZENE
MEDICINES
COKE
COAL PITCH
NAPHTHALENE
WHAT IS POSSIBLE TO PRODUCE FROM COAL
PHENOL
PLASTICS
AMMONIA
HOME GAS
FERTILIZERS
PLASTICS

कोयला कई क़िस्म का होता है। कोयले की विभिन्न क़िस्में एक दूसरे से कार्बन की मात्रा में तथा अन्य अशुद्धियों की उपस्थिति के कारण भिन्न होती हैं। सबसे पुराना कोयला एन्थ्रासाइट है। यह चमकता हुआ ठोस कोयला होता है, जिसमें 90 से 98% कार्बन होता है। जलने पर एन्थ्रासाइट और कोयलों की अपेक्षा अधिक ऊष्मा देता है। दूसरा और अधिक परिचित रूप बीटूमीनस या पत्थर का कोयला है। तोड़ने पर इसकी सतह इतनी चमकीली नहीं होती और यह एन्थ्रासाइट से नरम भी होता है। इसमें लगभग 80—82% कार्बन होता है। तीसरी प्रकार का कोयला लिगनाइट या भूरा कोयला है। यह बनने के समय के अनुसार सबसे आधुनिक कोयला है। इसमें लगभग 70% कार्बन होता है और जलने पर कम ऊष्मा देता है।

ईंधन के अतिरिक्त कोयले के और भी उपयोग हैं। कोयले के शुष्क आसवन से बहुत-से मूल्यवान और महत्त्वपूर्ण पदार्थ प्राप्त होते हैं। इनमें से प्रमुख पदार्थ कृत्रिम पेट्रोलियम, बेंजीन से प्राप्त रंग, दवाएँ, विस्फ़ोटक तथा ईंधन गैसें हैं (चित्र 34)।

कोयले का शुष्क आसवन विशेष प्रकार के रिटार्ट में हवा की अनुपस्थिति में किया जाता है। कोयले में उपस्थित कुछ जटिल यौगिक विघटित होकर गैसीय पदार्थ बनते हैं। इन गैसों को अलग करके इकट्ठा किया जाता है और शोधन के बाद इनका उपयोग होता है। रिटार्ट में बचा हुआ अवशेष कोक कहलाता है। देखने में यह भूरे रंग का सरंध्र ठोस है। बढ़िया कोक का उपयोग लोहे के उत्पादन में होता है।

प्रश्न

1. भूमि के अंदर कोयला कैसे बनता है?
2. कोयले की विभिन्न क़िस्में कौन-कौन सी हैं? इनका आपस में अंतर बताओ?
3. कोयले को हवा की अनुपस्थिति में गरम करने से क्या प्राप्त होती है?

33. ठोस, द्रव तथा गैसीय ईंधन

ज्वलनशील ठोस पदार्थ हमें ज्ञात है। परंतु सभी ज्वलनशील पदार्थों को हम ईंधन के रूप में काम में नहीं ला सकते हैं। केवल उन्हीं ज्वलनशील पदार्थों को ईंधन के रूप में प्रयोग कर सकते हैं जो—

1. प्रकृति में अधिक मात्रा में सरलता से उपलब्ध हों या सस्ते प्राकृतिक कच्चे माल के रूप में पाए जाते हों।
2. जलने पर अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करें और कोई अधिक विषैला गैस न बनाएँ।

ईंधन ऐसा ज्वलनशील पदार्थ है जिसको ऊष्मा प्राप्त करने के लिए जलाकर उपयोग किया जाता है। ईंधन ठोस द्रव या गैसीय हो सकते हैं।

ठोस ईंधन

कोयला तथा लकड़ी सबसे आवश्यक ठोस ईंधन हैं। घरों में लकड़ी का उपयोग ईंधन के रूप में किया जाता है। इसका उपयोग उद्योगों में कई रासायनिक पदार्थ प्राप्त करने के लिए होता है। इमारती लकड़ी, काग़ज़ तथा कृत्रिम रेशे बनाने के लिए भी इसका उपयोग किया जाता है।

ईंधन के रूप में कोयले का उपयोग अधिकतर उद्योगों में किया जाता है। यह अनुमान किया गया है कि कोयले से प्राप्त ऊर्जा का परिमाण और ईंधनों से प्राप्त ऊर्जा से अधिक है। कोयले से कोक भी बनाया जाता है जिसका उपयोग धातु के निष्कर्षण में किया जाता है।

लिगनाईट तथा पीट घटिया प्रकार के कोयले हैं जिनका ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है।

द्रव ईंधन

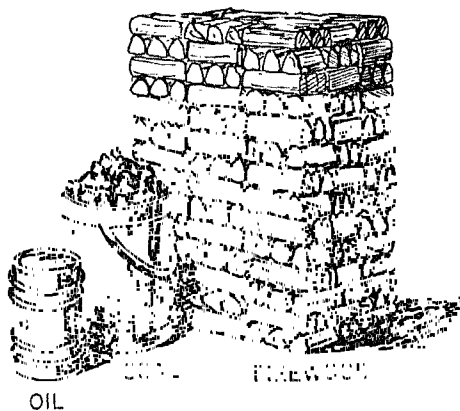
पैट्रोलियम, मिट्टी का तेल तथा डिज़ेल ज्वलनशील द्रव ईंधन हैं जो पेट्रोलियम के आसवन से प्राप्त होते हैं। द्रव ईंधन का उपयोग मोटर तथा हवाई जहाज़ के ईंधन में होता है।

गैसीय ईंधन

गैसीय ईंधन का सबसे महत्त्वपूर्ण उदाहरण प्राकृतिक गैस है। यह सस्ता तथा अत्यंत क्रियाशील ईंधन है। जलने के उपरांत इसमें कोई ठोस अवशेष नहीं बनता, क्योंकि इसमें अज्वलनशीन पदार्थ नहीं होता। पेट्रोलियम तथा अन्य द्रव ईंधन से और भी कई प्रकार के गसीय ईंधन प्राप्त किए जाते हैं।

चित्र 35 में कोयले लकड़ी तथा तेल की सम मात्रा में ऊष्मा देने वाली विभिन्न मात्राएँ दिखाई गई हैं।

प्रश्न

1. ईंधन के मुख्य क़िस्मों के नाम बताओ? उनके गुण का संक्षिप्त विवरण लिखो?
2. मिट्टी के तेल और पेट्रोलियम की कैसे पहचान कर सकते हो?

चित्र 35. समान ऊष्मा देने वाले ईंधनों की मात्रा

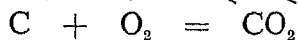
3. एक कि० ग्राम लकड़ी के जलने से 4500 कि० कैलरी ऊष्मा उत्पन्न होता है। उतनी ही मात्रा में तेल के जलने से 11 हजार कैलोरी ऊष्मा उत्पन्न होती ह। एक टन तेल के स्थान पर लकड़ी या कोयले की कितनी मात्रा आवश्यक होगी ?

(उत्तर : लकड़ी 2·44 टन और
कोयला 1.2 टन)

34. ज्वलन तथा ज्वाला

हवा तथा आक्सीजन में विभिन्न पदार्थों के जलने के जिन उदाहरणों का तुमने अध्ययन किया है उनसे यह पता लगता है कि जलना एक ऐसी रासायनिक क्रिया है जिसमें ऊष्मा तथा प्रकाश साथ-साथ निकलते हैं। जलने को नियंत्रित करने के लिए तथा ईंधन का उचित उपयोग करने के लिए यह जानना आवश्यक है कि इस क्रिया में क्या होता है ?

यदि ईंधन एक सरल पदार्थ है (जैसे काठ-कोयला) तो इसके पूर्णतया जल जाने पर इससे केवल कार्बन डाइआक्साइड प्राप्त होती है।

$$C + O_2 = CO_2$$

इस क्रिया में कार्बन का आक्सीकरण होता है।

यदि ईंधन एक मिश्रित या यौगिक पदार्थ है जैसे कि पेट्रोलियम या मेथेन, तो भी इसके जलने के समय आक्सीकरण की क्रिया होती है और उसके फलस्वरूप इन पदार्थों में उपस्थित तत्वों के आक्साइड बनते हैं। जिन यौगिकों का हम ईंधन के रूप में उपयोग करते हैं वे अधिकतर कार्बन या हाइड्रोजन के यौगिक हैं इसलिए उनके संपूर्ण ज्वलन से कार्बन डाइआक्साइड तथा पानी प्राप्त होता है।

जिन ठोस ईंधनों में ज्वलनशील अशुद्धियाँ होती हैं वे जलने के उपरांत अवशेष के रूप में राख बनाती हैं। शोधित द्रव तथा गैसीय ईंधनों में खनिज पदार्थ उपस्थित नहीं होते। इनके जलने से इसलिए कोई ठोस अवशेष नहीं बचता है।

ज्वलन (जलना) आक्सीकरण की क्रिया है जिसमें
ताप तथा प्रकाश साथ-साथ उत्पन्न होती है।

गृह कार्य

1. पीट (यदि उपलब्ध हो) या लकड़ी का एक टुकड़ा तोल लो। इसे चीनी की प्याली में रखो और गरम करके सुखाओ। इसके बाद ठंडा हो जाने दो। इस टुकड़े को दुबारा तोलो और इसमें पानी की प्रतिशत मात्रा का हिसाब लगाओ।
2. कोयले के टुकड़े को पीस कर चूर्ण बनाओ। इस चूर्ण का कुछ भाग एक परखनली में लो और लौ पर गरम करो। परखनली की दीवारों पर क्या दिखाई पड़ता है? निकली हुई गैस को सावधानी से सूँघो। क्या कोयले में केवल कार्बन तथा हाइड्रोजन है या इसमें कुछ और पदार्थ भी हैं?

ज्वाला

प्रयोग

(क) लगभग तीन सें० मी० लंबा मैग्नेशियम का फ़ीता लो और उसे चिमटी से पकड़ कर जलाओ। सावधानी से देखो कि क्या होता है।

(ख) किसी अंगीठी में जलाते हुए काठ-कोयले के अंगारे को चिमटी द्वारा उठाओ और ध्यान से उसका निरीक्षण करो।

(ग) एक चीनी की प्याली में स्प्रिट की कुछ बूंदें डालकर उसे जलाओ और देखो कि इसमें क्या चीज़ चल रही है। बत्ती को कैंची से काट दो और देखो क्या होता है? क्या तब भी मोमबत्ती जलती रहती है?

(घ) कपूर के एक टुकड़े को एक प्याली में रखकर जलाओ और ध्यान से देखो कि उसके जलनें से उसमें क्या परिवर्तन होता है?

ऊपर के उदाहरणों में किस प्रकार की क्रिया प्रत्येक में हुई है? इनमें से किन उदाहरणों में स्पष्ट रूप से जलने वाले भाग प्रत्यक्ष दिखाई पड़ते हैं?

वे ठोस पदार्थ जो जलते समय वाष्पित नहीं होते ज्वाला नहीं बनाते। इनसे ज्वाला तभी बनती है जब कि उनमें ज्वलनशील वाष्प हो, जिस प्रकार हम कपूर में देखते हैं। गरम करने से कपूर ज्वलनशील वाष्प में परिवर्तित हो जाता है। मोमबत्ती में पिघला हुआ

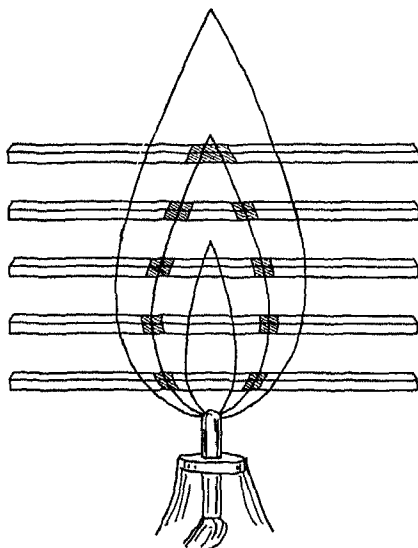
मोम, बत्ती के सहारे चढ़ता और वाष्पित हो कर जलता है। **गैसीय पदार्थों के जलने से उत्पन्न भाग को ज्वाला कहते हैं।** आओ अब ज्वाला की बनावट तथा उसके गुणों का अध्ययन करें।

प्रयोग

चौड़ी बत्ती की एक स्प्रिट लैम्प लो। इसे जलाओ। अब ज्वाला की आकृति को देखो।

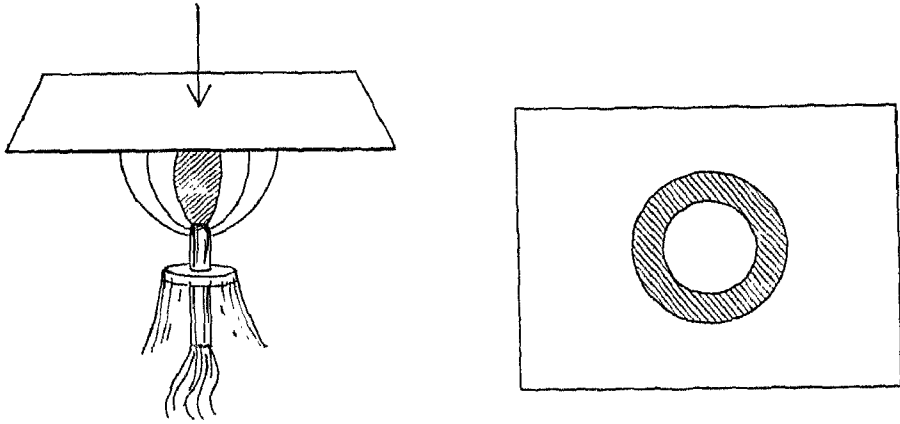
इसमें कितने भाग अलग-अलग पहचान सकते हो ?

एक लकड़ी की खपची लो। उसे लौ के ऊपरी भाग में क्षैतिज की दिशा में 2 सेकंड के लिए रखो (चित्र 36)। ध्यान से देखो कि खपची के कुछ भाग झुलस गए हैं।

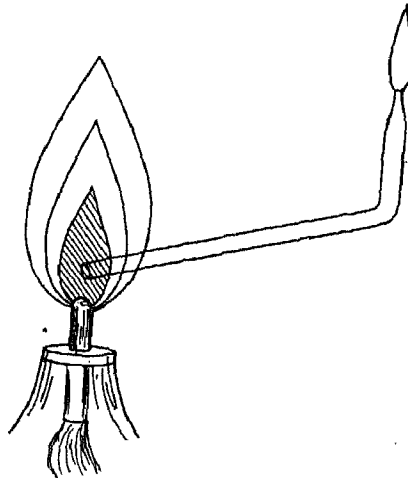
इसी प्रकार कई अलग-अलग खपचियों को बीच के भाग में तथा नीचे के भाग में रख कर देखो कि प्रत्येक दशा में खपचियों का कौन-सा भाग झुलस जाता है।

चित्र 36. स्प्रिट लैम्प की ज्वाला के विभिन्न भाग

अब एक कागज़ के वर्ग से इसी क्रिया को दोहराओ (चित्र 37)।

स्प्रिट लैम्प की ज्वाला के तीन विभिन्न भाग हैं।

1. सबसे भीतरी भाग जो बत्ती के समीप है कम उज्जवल है तथा इसका ताप सबसे कम है।

चित्र 37. ज्वाला के विभिन्न भागों का ऊष्मीय प्रभाव

2. मध्य का अंश प्रकाशित शंकु के रूप में दिखाई देता है और इसका ताप भीतरी भाग में अधिक होता है।
3. सबसे बाहरी आवरण जो लगभग अदृश्य सा है इसका ताप सबसे अधिक, लगभग 400° से० है।

आओ अब देखें कि ज्वाला के विभिन्न भागों में क्या होता है।

चित्र 38. ज्वाला में उपस्थित बिना जली गैसें

प्रदर्शन

(क) चित्र 38 की तरह एक संकरी काँच की नली से बने हुए जेट के सिरे को ज्वाला के अनुज्वल भाग में रखो। दियासलाई की जलती हुई तीली दूसरी नोक के पास लाकर देखो कि गैस नीले रंग के लौ से जलती है। इसी क्रिया को ज्वाला के दूसरे तथा तीसरे भाग से करो और देखो कि क्या अंतर है ?

(ख) चीनी मिट्टी के टुकड़े को लौ के प्रकाशित भाग में रखो और देखो कि उसमें कालिख जमा हो जाती है या नहीं। चीनी मिट्टी के दूसरे टुकड़े को लो और लौ के बाहरी भाग की भी इस प्रकार जाँच करो और देखो कि कालिख जमती है या नहीं।

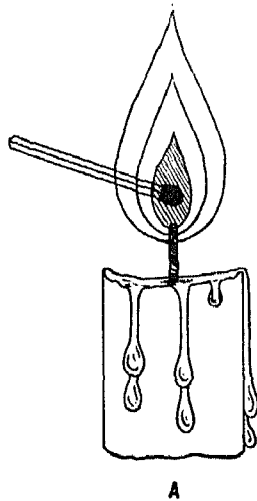
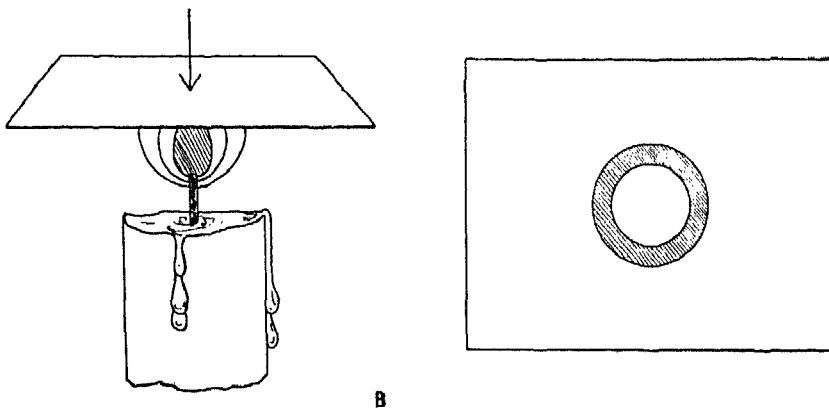
लौ के अनुज्वल भाग में ज्वलनशील वाष्प उपस्थित हैं जो कि स्प्रिट के गरम होनें से उत्पन्न होती है। लौ के इस भाग में ताप कम रहता है और जलनें की क्रिया आरंभ नहीं होती हैं। ज्वाला के बीच के भाग में स्प्रिट लैम्प के विघटन से कार्बन के सूक्ष्म कण उत्पन्न होते हैं। इस भाग में केवल आंशिक ज्वलन होती है। कार्बन के जो कण जल नहीं पाते लाल गरम होकर चमकनें लगते हैं।

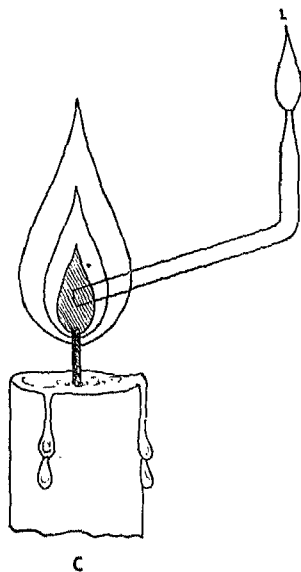
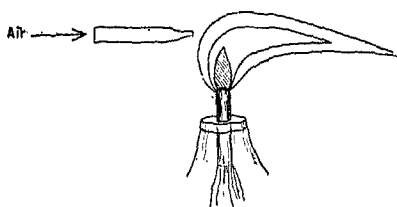
किसी ज्वाला में उसमें उपस्थित गरम ठोस कणों के कारण प्रकाश होती है। ज्वाला के सबसे बाहरी भाग में, जो हवा के संपर्क में रहता है, संपूर्ण ज्वलन हो जाती है। इस भाग में जो पदार्थ बनता हैं वह गैसीय होता है और इसीलिए उसमें प्रकाश उत्पन्न नहीं होता है।

गृह कार्य

एक मोमबत्ती जलाओ और उसकी ज्वाला को ध्यान से देखो। इसके विभिन्न भागों की स्प्रिट लैम्प की ज्वाला के भागों से तुलना करो (चित्र 39 तथा 40)। मोमबत्ती को लौ के अज्वलनशील भाग में एक दियासलाई की तीली के मसाले वाले भाग को रखो और देखो कि क्या होता है (चित्र 39) ?

मोमबत्ती की ज्वाला को एक धातु की बनी हुई फूँकनी या मुड़ी हुई काँच की जेट-नली द्वारा फूंको। इससे प्राप्त शंकु के आकार के नीले लौ को देखो (चित्र 42) और देखो कि इसके प्रकाश में क्या परिवर्तन होते हैं ?

इस दशा में हवा के फूँकनें से कार्बन के लाल गरम कण सामान्यत: जल जाते हैं। इसलिए इस ज्वाला का ताप साधारण मोमबत्ती की ज्वाला से अधिक होता है। तुमनें सुनारों को इस प्रकार की फूँकनी का उपयोग करते देखा होगा। इस ताप पर सोना या चाँदी पिघल जाता है।

चित्र 39. मोमबत्ती की ज्वाला में दियासलाई की सींक

चित्र 40. मोमबत्ती की ज्वाला के विभिन्न भागों के ताप का प्रभाव

लकड़ी की एक खपची जलाओ और इसकी ज्वाला को ध्यान से देखो। क्या इसं भी ज्वाला के विभिन्न भागों की पहचान हो सकती है ?

चित्र 41. मोमबत्ती की ज्वाला में बिना जली गैस की पहचान

चित्र 42. लौ पर फूँकनी का प्रभाव

ज्वाला के अध्ययन से अब तुम समझ सकते हो कि स्प्रिट लैम्प पर गरम करने की सबसे अच्छी विधि क्या है और गरम करते समय स्प्रिट लैम्प की बत्ती को काँच के उपकरण से क्यों नहीं छूने देना चाहिए।

प्रश्न

1. द्रव तथा गैसीय ईंधन के जलने से क्या पदार्थ प्राप्त होते हैं ?
2. एक गैस का संघटन CH_4 है। इसके जलने से कौन-कौन-से पदार्थ प्राप्त होंगे ?
3. जलने की क्रिया का मुख्य संकेत क्या है ?
4. ज्वलन की परिभाषा बताओ ?
5. कौन-से पदार्थों के जलते समय ज्वाला नहीं बनती ?

6. क्या कारण है कि कोयला बिना ज्वाला के जलता है परंतु काग़ज़ तथा लकड़ी के जलने में ज्वाला उत्पन्न होती है ?
7. क्या कारण है कि लिगनाइट के जलने से ज्वाला उत्पन्न होती है परंतु एन्थ्राइ-साइट के जलने से नहीं ?
8. स्प्रिट लैम्प की ज्वाला तथा मोमबत्ती की ज्वाला में क्या समानता है ? स्प्रिट लैम्प की ज्वाला का अध्ययन करके तुम क्या निष्कर्ष निकाल सकते हो ?

35. कार्बनिक यौगिक

पिछली शताब्दी में जीवित प्राणियों से प्राप्त पदार्थों को **जैविक पदार्थ** नाम दिया गया। उस समय के वैज्ञानिक यह समझते थे कि ये पदार्थ केवल जीवित प्राणियों (पौधों तथा जानवरों) के शरीर में ही बनते हैं और इसलिए केवल प्राणियों से ही ये जैविक पदार्थ प्राप्त हो सकते हैं। स्टार्च, चीनी, तेल आदि भोज्य पदार्थ, और प्लास्टिक कुछ साधारण जैविक पदार्थों के उदाहरण हैं।

अब हम जैविक पदार्थों को **कार्बनिक पदार्थ** कहते हैं। सबसे सरल जैविक पदार्थ मेथेन है जो दो तत्त्व कार्बन तथा हाइड्रोजन से मिलकर बनता है। तुमने पेट्रोलियम से उत्पन्न पदार्थों के अध्ययन में कार्बन तथा हाइड्रोजन के अन्य यौगिकों के बारे में भी पढ़ा है। इन यौगिकों का सामान्य नाम **हाइड्रोकार्बन** है।

बहुत से ऐसे कार्बनिक यौगिक हैं जिनमें कार्बन और हाइड्रोजन के अतिरिक्त दूसरे तत्त्व जैसे आक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फ़र आदि भी पाए जाते हैं।

जर्मन रसायनशास्त्री वोहलर ने कार्बनिक यौगिकों के बारे में हमारे ज्ञान को आगे बढ़ाया है। सन् 1828 में एक अकार्बनिक लवण अमोनियम सायानेट (NH_4CNO) से **यूरिया** ($CO(NH_2)_2$), जो कि संपूर्ण जैविक पदार्थ है, बनाकर यह सिद्ध किया कि ऐसे पदार्थ केवल प्राणियों और जानवरों के शरीर में ही नहीं उत्पन्न होते, वरन् प्रयोगशाला में अकार्बनिक पदार्थों से भी बनाए जा सकते हैं।

अब हम यह जानते हैं कि बनाने के तरीक़े या बनने की विधि के आधार पर हम कार्बनिक पदार्थों का वर्गीकरण नहीं कर सकते। ऐसे भी कार्बनिक पदार्थ कृत्रिम रूप से बनाए गए हैं जो कि प्रकृति में बिलकुल नहीं पाए जाते हैं।

हाइड्रोकार्बन तथा उनसे उत्पन्न दूसरे यौगिकों को हम कार्बनिक यौगिक कहते हैं।

कार्बनिक पदार्थों की संख्या बहुत अधिक है। इस समय लगभग 40 लाख कार्बनिक यौगिक ज्ञात हैं, जब कि अकार्बनिक यौगिकों की संख्या 2 लाख से कम है। इसलिए इनका

अध्ययन रसायन विज्ञान की एक अलग शाखा बन गई जिसे हम **कार्बनिक रसायन** कहते हैं। अधिकतर ईंधन कार्बनिक पदार्थ हैं। रबड़, स्प्रिट, रुई, ऊन, तेल, वार्निश, साबुन, स्टार्च, चीनी तथा वसा कार्बनिक यौगिकों के कुछ साधारण उदाहरण हैं।

कार्बनिक पदार्थों के गुण तथा संघटन

यद्यपि कार्बनिक यौगिकों की संख्या बहुत विशाल है फिर भी कुछ सामान्य गुण उन सब में उपस्थित हैं।

ताप का प्रभाव तथा जलना

प्रयोग

1. एक परखनली में कुछ स्टार्च लो और स्प्रिट लैम्प की लौ पर गरम करो। निरीक्षण करो कि स्टार्च पर क्या प्रभाव पड़ता है? परखनली के मुँह पर एक जलती हुई खपची ले जाओ। इस खपची के जलने पर क्या प्रभाव पड़ता है? परखनली की दीवारों पर क्या दिखाई पड़ता है?

   जब परखनली में गैस का निकलना बंद हो जाए, परखनली को ठंडी होने दो और उसमे बचा हुआ काला अवशेष बाहर उडेलो। इस अवशेष में कौन-सा तत्त्व उपस्थित है?

   इसी प्रयोग को चीनी से दोहराओ और इसी प्रकार उसका भी निरीक्षण करो।

2. कार्बनिक पदार्थों के कुछ नमूने जो सरलता से प्राप्त हो सकें, एक सूखी परखनली में लो जिसमें निकासनली लगी हुई हो। इसके लिए चीनी, स्टार्च, तेल, बेंजीन, सेलूलोज, नाइलोन और रुई आदि ले सकते हो। प्रत्येक पदार्थ को पहले सावधानी से गरम करो, और फिर तेज़ी से। देखो कि क्या कोई पदार्थ परखनली की दीवारों पर जमा होता है? यदि कोई गैस निकलती हो तो उसकी जाँच चूने के पानी में गुज़ार कर करो। प्रत्येक दशा में देखो कि परखनली मे क्या अवशेष बचता है?

   इसी प्रयोग को कुछ अकार्बनिक योगिकों से दोहराओ (जैसे साधारण नमक, कास्टिक सोडा, चूना, पानी, ज़िंक, सल्फ़ेट)। अपने निरीक्षणों को लिखो और उनकी तुलना करो।

अधिकतर कार्बनिक पदार्थ हवा में जलते हैं और पूर्णतया जलने पर पानी और कार्बन डाईआक्साइड बनाते हैं। किसी विशेष कार्बनिक पदार्थ के जलने पर उसके संघटन के अनुसार और दूसरे पदार्थ भी प्राप्त हो सकते हैं।

गरम करने पर स्टार्च काला पड़ जाता है और इसमें से कुछ पानी और कार्बन डाईआक्साइड निकलने के बाद अवशेष में कोयला बच जाता है। गरम करने पर चीनी पहले पिघलती है और फिर कोयले में परिवर्तित हो जाती है। इस क्रिया में भी पानी उत्पन्न होता है। चीनी के संघटन में वे ही तत्व उपस्थित हैं जो कि स्टार्च में होते हैं।

गरम करने से वसा झुलस जाता है और अधिक गरम करने से वह काला पड़ जाता है। गूँदा हुआ आटा चूल्हे पर या तवे पर अधिक देर तक रखे रहने से कोयलों में परिवर्तित हो जाता है। लकड़ी के तापीय विघटन के प्रयोग को तुमने देखा है। लकड़ी का अधिकांश भाग एक कार्बनिक यौगिक **सेलूलोज़** है।

अधिकांश कार्बनिक यौगिक गरम करने पर विघटित होते हैं और कार्बन का अवशेष छोड़ते हैं।

आओ दैनिक जीवन में उपयोगी कुछ कार्बनिक यौगियों का अब अध्ययन करें।

कार्बोहाइड्रेट

चीनी, स्टार्च तथा ग्लूकोज़ कार्बनिक यौगिकों की उस श्रेणी में आते हैं जिन्हें **कार्बोहाइड्रेट** कहते हैं। इन सभी यौगिकों में कार्बन, हाइड्रोजन तथा आक्सीजन उपस्थित हैं और हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या आक्सीजन परमाणुओं की संख्या की दुगनी होती है।

1. ग्लूकोज़

प्रयोग

ग्लूकोज़ चूर्ण को देखो। इसका स्वाद चखो। परखनली में कुछ ग्लूकोज़ लेकर उसमें थोड़ा पानी मिलाओ और उसे हिला कर देखो कि यह घुलता है या नहीं। एक सूखी परखनली में कुछ ग्लूकोज़ लेकर उसे गरम करो। इन प्रयोगों के आधार पर ग्लूकोज़ के गुणों के विषय में तुम क्या कह सकते हो?

शुद्ध अवस्था में ग्लूकोज़ एक सफ़ेद चूर्ण है जिसका स्वाद मीठा है। यह पानी में अत्यंत ही विलेय है। प्रकृति में ग्लूकोज़ पौधों में पाया जाता है। फलों में यह अधिक मात्रा में पाया जाता है। जीवित रहने के लिए यह अत्यंत आवश्यक पदार्थ है। उद्योगों में स्टार्च से ग्लूकोज़ प्राप्त किया जाता है। ग्लूकोज़ का उपयोग केक, बिस्कुट तथा मिठाई बनाने में और दवाओं में शक्तिवर्धक पदार्थों के रूप में किया जाता है।

2. चीनी

चीनी के अणुओं का संघटन ग्लूकोज़ से अधिक जटिल होता है। ग्लूकोज की तरह चीनी भी पौधों से प्राप्त होती है। गन्नें का रस, गाजर की जड़ें तथा कुछ अन्य फलों में

चीनी अधिक मात्रा में पाई जाती है। हमारे देश में चीनी का औद्योगिक उत्पादन गन्ने के रस से होता है। रासायनिक क्रियाओं द्वारा चीनी को ग्लूकोज़ में बदला जा सकता है।

3. स्टार्च

शुद्ध अवस्था में स्टार्च एक सफ़ेद चूर्ण है। स्टार्च का संघटन चीनी से भी कहीं अधिक जटिल है। स्टार्च पानी में अविलेय है और इसमें कोई स्वाद भी नहीं होता। परंतु फ़र्मेन्ट की क्रिया से स्टार्च, शरीर के अंदर ग्लूकोज़ तथा चीनी में परिवर्तित हो जाता है। रोटी के टुकड़े या चावल को मुँह में देर तक चबाने पर मीठा स्वाद आने लगता है। ऐसा इसलिए होता है कि उन पदार्थों में उपस्थित स्टार्च, मुँह के राल में उपस्थित फ़र्मेन्ट द्वारा, चीनी में परिवर्तित हो जाता है। स्टार्च पर तनु सल्फ़्यूरिक एसिड की क्रिया से औद्योगिक स्तर पर ग्लूकोज़ बनाया जाता है।

स्टार्च से प्रयोग

(1) स्टार्च का घोल बनाना

एक परखनली में 3 मिली० पानी लो और उसमें लगभग आधा ग्राम स्टार्च मिलाओ। उसे अच्छी तरह हिलाकर देखो कि स्टार्च घुलता है या नहीं। एक दूसरी परखनली में 3 मिली० पानी उबालो और उस गरम पानी में स्टार्च का दूधिया मिश्रण मिलाओ। एक काँच की छड़ से उसे अच्छी तरह हिलाओ। अब इस परखनली को ठंडा होने दो। ठंडा होने पर इससे **स्टार्च का घोल** प्राप्त होगा।

(2) स्टार्च की आयोडीन से प्रतिक्रिया

एक परखनली में थोड़ा पानी लो और उसमें बनाया हुआ स्टार्च के घोल की कुछ बूंदें डालो। अब उसमें एक या दो बूंद आयोडीन मिलाओ और उसे हिलाओ। क्या पानी के रंग में कोई परिवर्तन होता है ?

(3) खाद्य पदार्थ में स्टार्च की पहचान

(क) एक बीकर में थोड़ा पानी लो और उसमें 2 मि० लि० आयोडीन का विलयन डालो। विलयन को हिला लो। अब उसमें रोटी का टुकड़ा डाल दो।

(ख) एक उबले हुए आलू को पानी के साथ पीसो और प्राप्त मिश्रण में 2-3 बूंद आयोडीन विलयन की डालो। क्या रंग में कोई परिवर्तन दिखाई पड़ता है ?

इन दोनों प्रयोगों में नीले रंग का बनना कैसे समझा सकते हो ?

स्टार्च पानी में अविलेय है परंतु पानी के साथ गरम करने पर इसके कण फूल जाते हैं और स्टार्च का एक घोल बन जाता है जो ठंडा होने पर लेई के समान अर्ध-तरल अवस्था में हो जाता है। आयोडीन के विलयन से स्टार्च का रंग नीला हो जाता है। इस प्रतिक्रिया द्वारा विभिन्न पदार्थों में स्टार्च की पहचान की जा सकती है।

स्टार्च अधिकतर पौधों से प्राप्त होता है। पृथ्वी में सबसे व्यापक रूप में जिन खाद्य पदार्थों का उपयोग होता है, जैसे चावल, गेहूँ, मक्का, ज्वार, बाजरा इत्यादि, सभी में स्टार्च होता है। आलू, टेपियोका, तथा अन्य भूमिगत तनों और जड़ों में बहुत स्टार्च पाया जाता है।

गृह कार्य

1. आलू से शद्ध स्टार्च प्राप्त करो।

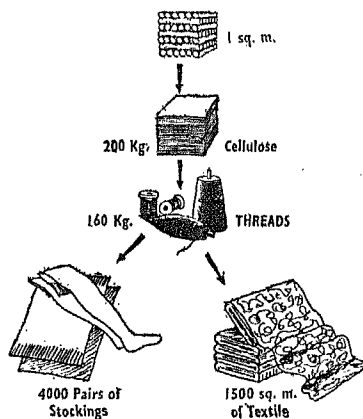
   इसके लिए ताज़े आलू के पतले-पतले टुकड़े बनाओ। इन टुकड़ों को ठंडे पानी में भिगोकर खूब हिलाओ। अब छलनी द्वारा इसको एक चौड़े बर्तन में छान लो। छलनी पर बचे अवशेष को पानी से धोओ और उसे भी नीचे रखे बर्तन में जमा करो। अब बर्तन को थोड़ी देर के लिए रखा रहने दो। ऊपर से स्वच्छ पानी को निथार लो और नीचे जमे स्टार्च को एक साफ़ कपड़े में उड़ेलो। उस कपड़े को दबा कर पानी निकाल लो और उसे हवा में सुखा लो।

2. सिद्ध करो कि मक्का, चावल, गेहूँ तथा पौधों की पत्तियों में स्टार्च उपस्थित है।

(4) **सैलूलोज़**

पौधों के शरीर का ढाँचा सेलूलोज़ से बना होता है। लकड़ी में अधिकतर सेलूलोज़ तथा पानी और कुछ अन्य पदार्थ होते हैं। रूई का रेशा लगभग शुद्ध सेलूलोज़ का बना होता है। लकड़ी से रासायनिक विधियों द्वारा सेलूलोज प्राप्त किया जा सकता है। इसका उपयोग काग़ज़, स्प्रिट, सिरका, कृत्रिम सिल्क तथा अन्य कृत्रिम रेशे बनाने में होता है। सेलूलोज़ रासायनिक उद्योगों के लिए महत्त्वपूर्ण कच्चा माल है।

वसा

वसा जटिल कार्बनिक यौगिक हैं जिनमें कार्बन, हाइड्रोजन तथा आक्सीजन होता है। विभिन्न पौधों के बीज जैसे तिल, मूँगफली, सरसों में पर्याप्त तेल (वसा) होता है। नारियल की गिरी में भी काफ़ी तेल होता है। जानवरों की चर्बी तथा मक्खन अर्ध-ठोस वसा है। ये गरम करने से पिघल जाते हैं। पौधों से प्राप्त वसा अधिकतर तेल के रूप में होता है।

चित्र 43. सेलूलोज़ से बने विभिन्न पदार्थ

प्रयोग

1. एक परखनली में पानी के साथ कुछ बूँद तेल की डालकर उसे ख़ूब हिलाओ। उसको गरम करो और फिर थोड़ी देर तक स्थिर रखो। देखो कि तेल पानी में घुलता है या नहीं। क्या तेल पानी में नीचे डूब जाता है या ऊपर तैरता रहता है? ठंडा होने पर परखनली में 3-4 मि० लि० पेट्रोल डालो और उसे हिलाओ। क्या पेट्रोल डालने पर तेल इसमें घुल गया? तेल को पानी से कैसे अलग किया जा सकता है? पेट्रोल के विलयन को एक बूँद ड्रॉपर से लेकर फ़िल्टर काग़ज़ के टुकड़े पर रखो और उसे सूखने दो। सूखने पर काग़ज़ पर क्या बचता है?

2. मूँगफली के कुछ बीजों को एक खरल में पीसो और इस पिसे हुए बीज को एक परखनली में लो। परखनली में 2 मि० लि० पेट्रोल डालो और उसे गरम पानी से भरे एक बीकर में रखो।

   सावधानी : मेज़ पर बीकर के पास कोई ज्वाला नहीं होनी चाहिए।

   अब थोड़ी देर बाद पेट्रोल के विलयन से एक मि० लि० विलयन निकाल कर एक घड़िया के ऊपर रखो और हवा में वाष्पन के लिए खुला छोड़ दो। देखो कि घड़िया पर कोई अवशेष बचता है या नहीं। इसी प्रकार ड्रापर की सहायता से पेट्रोल विलयन की कुछ बूँदें एक काग़ज़ पर डालो और पेट्रोल को उड़ने दो। पेट्रोल के उड़ने के बाद काग़ज़ पर क्या अवशिष्ट रहता है?

वसा पानी में अविलेय है परंतु पेट्रोल, ईथर तथा अन्य कार्बनिक विलायकों में अत्यंत ही विलेय हैं। वसा के इस गुण का उपयोग पौधों के बीज से तेल के निष्कर्षण में किया

जाता है। बीज को पहले चक्की की सहायता से कुचल कर तेल निकाल लिया जाता है। परंतु इस क्रिया में जो बची हुई खली होती है उसमें काफ़ी तेल रह जाता है। खली से इस तेल को कार्बनिक विलायक द्वारा घोल लिया जाता है। फिर आसवन द्वारा विलायक और तेल को अलग कर लिया जाता है।

वसा हमारे भोजन में प्रमुख पोषक पदार्थ है। यह विभिन्न खाद्य पदार्थों जैसे, दूध, अंडा, मांस, गिरी, बीज तथा कुछ सब्ज़ियों, में पाया जाता है।

सस्ते क़िस्म के वसा का उपयोग साबुन बनाने तथा स्नेहक पदार्थों के रूप में होता है। अब पेट्रोल से प्राप्त कृत्रिम वसा का उपयोग ऐसे कार्यों के लिए अधिक होता है जिससे कि खाद्य पदार्थों के उपयोगी वसा खाने के काम आ सकें।

प्रोटीन

प्रोटीन का संघटन बहुत ही जटिल है। कार्बन, हाइड्रोजन तथा आक्सीजन के अतिरिक्त इनमें नाइट्रोजन भी होता है और कभी-कभी, फ़ास्फ़ोरस तथा अन्य तत्त्व भी उपस्थित होते हैं। प्रोटीन की बहुत-सी क़िस्में हैं। इनमें से एक अंडे का प्रोटीन है। यह एक अल्प-पारदर्शी गाढ़े द्रव के रूप में होता है।

प्रयोग

1. 1 मि० लि० अंडे के प्रोटीन में 10 मि० लि० पानी मिलाकर एक बीकर में काँच की छड़ की सहायता से खूब हिलाओ। अब दो परखनलियों में इसके दो भाग करो। एक परखनली को इतना गरम करो कि अंदर का पदार्थ उबलने लगे और उसकी तुलना दूसरी परखनली में रखे पदार्थ से करो। उबलने के बाद प्रोटीन में क्या परिवर्तन होता है? दूसरी परखनली में 2-3 बूँद नाइट्रिक एसिड को मिलाओ और देखो कि उसका रंग किस प्रकार परिवर्तित हो जाता है?

2. कुछ रूई और ऊन के रेशों को अलग-अलग स्प्रिट लैम्प पर जलाओ और दोनों के जलते समय यदि कोई गंध निकलती है तो उसे पहचानने की चेष्टा करो। दोनों में देखो कि राख किस प्रकार की बचती है।

प्रोटीन को गरम करने पर वह स्कंदित (जम जाता है) हो जाता है, और पुरानी दशा में फिर परिवर्तित करना संभव नहीं होता। प्रोटीन पर नाइट्रिक एसिड की क्रिया में विशिष्ट पीला रंग प्राप्त होता है। यदि कभी नाइट्रिक एसिड की एक बूँद तुम्हारे शरीर पर गिरी हो तो तुमने अपनी खाल पर इस पीले रंग को देखा होगा। जलने पर प्रोटीन से एक स्पष्ट गंध निकलती है और जलने के उपरांत एक फूली अमेठी हुई सी राख बचती है।

कभी-कभी रेशम या ऊन के रेशों (जिनमें प्रोटीन होता है) से रूई (सेलूलोज़) के रेशों को पहचानने के लिए इस गुण का उपयोग होता है।

प्रोटीन जीवन का आधार है। सभी जीवित प्राणियों में प्रोटीन उपस्थित है। आरंभिक खनिज पदार्थों से पौधे अपने लिए अपने आप भोजन बना लेते हैं। मनुष्य तथा जानवर स्वयं अपने शरीर में प्रोटीन नहीं बनाते बल्कि पौधों या दूसरे जीवों से प्राप्त बने बनाए प्रोटीन का उपयोग करते हैं।

कार्बनिक यौगिकों के गुण तथा संघटन के अध्ययन से यह पता लगता है कि इनमें भी वही रासायनिक तत्त्व हैं जो कि अकार्बनिक यौगिकों में होते हैं। जटिल कार्बनिक पदार्थों के कृत्रिम रूप से बनाने की चेष्टा में वैज्ञानिक प्रकृति रहस्यों का उद्‌घाटन करने में बहुत कुछ सफल हुए हैं।

प्रश्न

1. कार्बनिक यौगिक किन्हें कहते हैं ?
2. कार्बन और हाइड्रोजन का सबसे सरल यौगिक क्या है ? इसका संघटन क्या है ?
3. कौन-सा तत्व प्रत्येक कार्बनिक यौगिक में अवश्य उपस्थित है ? इसको कैसे सिद्ध करोगे ?
4. गरम करने का कार्बनिक पदार्थों पर क्या प्रभाव पड़ता है ? इसका उदाहरण दो।
5. प्रमुख कार्बोहाइड्रेट के नाम तथा उनके उपयोग बताओ ?
6. यह कैसे सिद्ध कर सकते हो कि मूँगफली में स्टार्च तथा वसा दोनों उपस्थित हैं ?
7. वसा के कौन-कौन-से मुख्य गुण हैं ?
8. बीज से तेल कैसे निकाला जा सकता है ?
9. प्रोटीन के विशिष्ट गुण बताओ।

36. मनुष्य को सुविधाएँ प्रदान करने में कार्बनिक रसायन का योगदान

कोयला, पेट्रोलियम तथा उनसे उत्पन्न पदार्थ घर, यातायात तथा उद्‌योगों के लिए ईंधन प्रदान करते हैं। रेफ्रीजरेटर में प्रयोग आने वाली फ्रीयान गैस एक कार्बनिक यौगिक है। रेफ्रीजरेटर हमारे भोजन तथा पेय पदार्थों को अधिक देर तक ताज़ी रखता है तथा दवाओं को परिरक्षित करने में सहायक होता है।

प्लास्टिक तथा कृत्रिम रेशों से तुम सभी परिचित होगे। वास्तव में ये अनेकों पदार्थ मनुष्य के विभिन्न आवश्यकता के अनुसार बनाए जा रहे हैं। ये सस्ते, हल्के, मज़बूत तथा

संक्षारणरोधी होते हैं। ये विभिन्न रंग और रूप के भी होते हैं। कपड़ा उद्योग में कृत्रिम रेशों का महत्त्व बहुत अधिक है। अब ऐसे रेशे बनाए जा रहे हैं जो कि मज़बूत होते हैं और जिनमें लोहा करने की भी आवश्यकता नहीं होती। ये पानी में सिकुड़ते नहीं और सरलता से साबुन द्वारा धोए जा सकते हैं। टेरेलीन, डैक्रान, नाइलोन, रेआन तथा ऑरलन आदि आजकल ऐसे साधारण परिचित नाम हैं। पेट्रोल, कोयला तथा उनसे उत्पन्न विभिन्न पदार्थों से वायुयान एवं वाहनों के लिए आवश्यक ईंधन प्राप्त होता है। मोटरकार के लिए पेट्रोल की आवश्यकता होती है परंतु हवाई जहाज़ के लिए जेट ईंधन या विशेष प्रकार के पेट्रोल की आवश्यकता होती है। इनको चलाने के लिए टायर की आवश्यकता होती है जो रबड़ से बनते हैं। कार्बनिक रसायन के द्वारा प्राकृतिक रबड़ के संघटन का अध्ययन करने से यह संभव हो सका है कि प्राकृतिक रबड़ के स्थान पर अच्छा और सस्ता कृत्रिम रबड़ बनाया जा सके।

स्वास्थ्य के क्षेत्र में भी कार्बनिक रसायन की देन बहुत महत्त्वपूर्ण है। पहले मलेरिया, टाइफ़ाइड, निमोनिया, क्षयरोग इत्यादि से संसार भर में लाखों मनुष्य मर जाते थे। सल्फ़ा-दवाइयाँ, एन्टी-बायटिक्स, एन्टी-मलेरियाल तथा और बहुत से दवाओं के आविष्कार और बड़े पैमाने पर बनने से बहुत-सी बीमारियों पर क़ाबू पा लिया गया है। कुनैन, सल्फ़ा-डायाज़ीन, पेनेसिलीन, स्ट्रैप्टोमाइसीन और टेरामाइसीन आदि परिचित घरेलू नाम हो गए हैं।

कोलतार से उत्पन्न पदार्थों से रासायनिकों ने असंख्य प्रकार के रंग कृत्रिम रूप से बना लिए हैं। इनका उपयोग वस्त्र-उद्योग और अन्य औद्योगिक क्षेत्र में होता है। अब यह संभव हो गया है कि कोलतार से हम किसी भी प्रकार का रंग बना सकें। कोलतार से प्राप्त एक दूसरा महत्त्वपूर्ण पदार्थ सेकेरीन है, जो चीनी से कहीं अधिक मीठा होता है। इत्र और स्नो, क्रीम इत्यादि जिनका उपयोग अधिकतर आधुनिक जीवन में बढ़ता जा रहा है, सभी कार्बनिक यौगिक हैं।

नेफ्थेलीन तथा डी० डी० टी० का उपयोग घरों में कीट नाशक के रूप में किया जाता है।

जीवन के हर क्षेत्र में हम रसायन विज्ञान की देन को ही देखते हैं, जिससे हमारा जीवन अधिक उन्नत और सुखमय बनता जा रहा है और यह प्रक्रिया अभी भी जारी है।

प्रश्न

1. कार्बनिक यौगिकों का प्रकृति तथा उद्योगों में क्या महत्त्व है?
2. रसायन ने मनुष्य जीवन को सुखमय बनाने में कहाँ तक योगदान दिया है? इसका संक्षिप्त विवरण दो।

अध्याय 4

धातुएँ

तुमने अपने घरों में एलुमिनियम, स्टेनलैस स्टील तथा ताँबे आदि के बने बर्तनों का उपयोग किया होगा। मोटरकार, रेल का इंजिन, एरोप्लेन तथा जहाज़ विभिन्न प्रकार के धातुओं से बने होते हैं। विद्युत के खंभे, पुलों के गारडर तथा क्रेन इत्यादि यंत्र भी धातुओं से बनाए जाते हैं। विद्युत प्रवाह के लिए ताँबे और एलुमिनियम के तारों का उपयोग किया जाता है।

वास्तव में किसी देश की राष्ट्रीय अर्थ-व्यवस्था में धातुओं का बहुत महत्त्वपूर्ण स्थान है। यातायात तथा संचार संबंधी आधुनिक सुविधाओं की सुव्यवस्था इन धातुओं के बिना नहीं हो सकती। इस प्रकार हम देखते हैं कि धातुओं का हमारे दैनिक जीवन में बहुत उपयोग होता है।

104 ज्ञात रासायनिक तत्वों में 80% से अधिक धातुएँ हैं। धातुओं तथा उनके यौगिकों का अध्ययन रसायन विज्ञान के लिए एक महत्त्वपूर्ण क्षेत्र है। अब हम इसके बारे में और अधिक विस्तार से अध्ययन करेंगे।

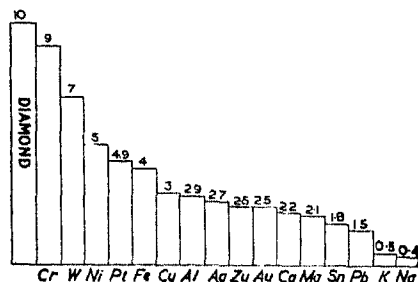
37. धातुओं के भौतिक गुण

प्रयोग

> लोहा तथा ताँबे की चादर के टुकड़े, एलुमिनियम का तार और मैग्नीशियम के फ़ीते के नमूने को लो। इनके रूप को देखो। प्रत्येक धातु के नमूने की सतह को रेगमाल से रगड़ो और अब फिर से उनके रूप को देखो।

शुद्ध अवस्था में धातुएँ चमकती हैं। धातुओं के इस गुण को **धात्विक चमक** कहते हैं। इस्पात काले रंग का होता है। मैग्नीशियम, एलुमिनियम तथा चाँदी सफ़ेद रंग के होते हैं। ताँबे का रंग कत्थई और सोने का रंग पीला होता है।

लोहे, ताँबे, एलुमिनियम तथा मैग्नीशियम, को हवा में देर तक खुला छोड़ देने पर वे अपनी चमक खो देते हैं और उनकी सतह धूमिल हो जाती है। ऐसा इसलिए होता है कि

धातु की सतह पर आक्साइड, कार्बोनेट या सल्फ़ाइड की महीन तह जम जाती है। इस तह को रगड़कर दूर भी कर सकते हैं और इसके वाद ये धातुएँ फिर से चमकने लगती हैं।

चित्र 44. धातुओं की कठोरता

प्रयोग

1. लोहा, ताँबा, एलुमिनियम, मैग्नेशियम तथा सीसे के टुकड़े लो। इन धातुओं को किसी तेज़ चाकू से काटने का प्रयत्न करो और अपने निरीक्षणों को नोट करो।
2. चिमटी से सोडियम धातु के एक टुकड़े को लो और फ़िल्टर काग़ज़ की तहों के वीच सुखा लो। अब इसे एक सूखी घड़िया पर रखो। फिर तेज़ चाकू से इसे काटो। तुम क्या देखते हो?

धातु साधारणत: कठोर होता है। भिन्न-भिन्न धातुओं में कठोरता भिन्न-भिन्न होती है। सोडियम मोम की तरह नर्म परंतु इस्पात (लोहा) बहुत कठोर धातु है (चित्र 44)।

प्रयोग

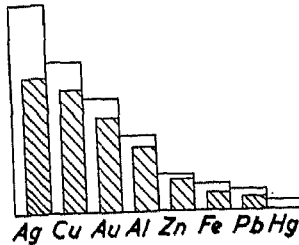
इस्पात के छोटे-छोटे टुकड़े, ज़िंक का एक टुकड़ा तथा सीसे का एक टुकड़ा लो। लोहे की एक चादर पर तीनों को थोड़ी-थोड़ी दूरी पर रखो और प्रत्येक को चार या पाँच बार एक हथौड़े से ठोको। इन धातुओं के आकार में जो परिवर्तन होता है, उसका निरीक्षण करो।

कुछ धातुएँ हथौड़े से पीटने पर पतली चादरों में परिवर्तित हो जाती हैं। धातुओं के इस गुण को **'आघातवर्धनीयता'** कहते है। सोना और चाँदी सबसे अधिक आघातवर्धनीय धातु हैं। सोने की इतनी पतली चादर बनाई जा सकती है कि 20 लाख चादरों की मोटाई केवल एक सें० मी० हो।

कुछ धातुओं को खींचकर तार बनाए जा सकते हैं। इस गुण को धातुओं की **'तन्यता'** कहते हैं। एक ग्राम सोने से लगभग 2 कि० मीटर लंबी तार बनाई जा सकती है।

प्रयोग

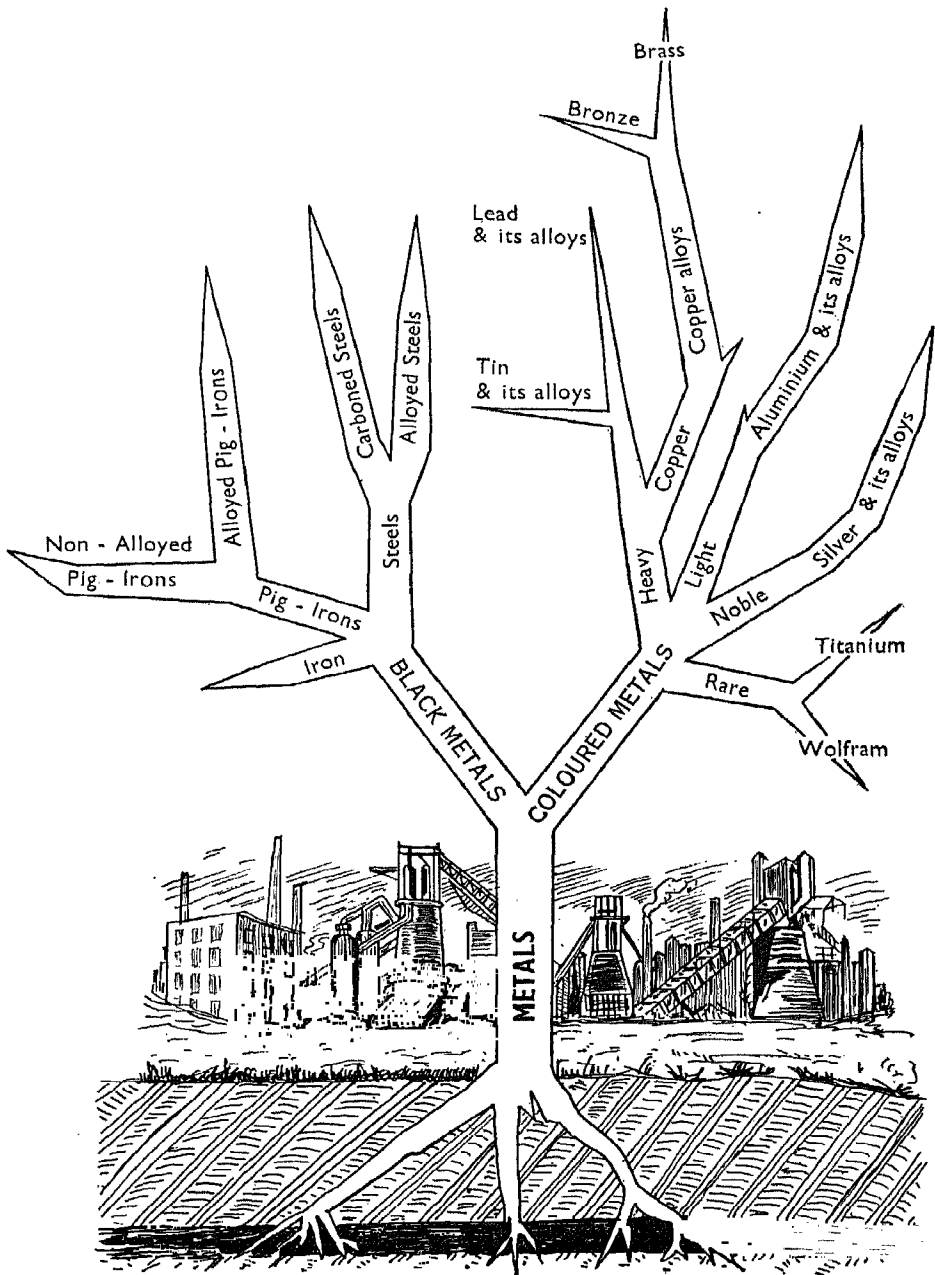
एक क्लैम्प स्टैन्ड पर 10 सें० मी० लंबी इस्पात की पत्ती लगाओ। पत्ती के खुले सिरे पर मोम लगा दो। पत्ती जहाँ से जकड़ी हुई है उस सिरे को स्प्रिट लैम्प से गरम करो। इसी प्रयोग को लोहे के स्थान पर ताँबा और एलुमिनियम की पत्तियों से करो। प्रयोग से निकले निरीक्षणों को नोट करो।

धातुएँ ऊष्मा की अच्छी चालक हैं। सबसे अधिक चालक धातु चाँदी तथा ताँबा और सबसे कम चालक सोना तथा पारा हैं चित्र (45)। एलुमिनियम चाँदी तथा लोहा भी अच्छे चालक हैं इसलिए इनका उपयोग रसोई के बर्तन तथा बायलर्स के बनाने में होता है। एक स्थान से दूसरे स्थान तक विद्युत प्रवाह के लिए ताँबा और एलुमिनियम धातु से तार का उपयोग किया जाता है।

चित्र 45. धातुओं की चालकता

कमरे के साधारण ताप पर पारे के अतिरिक्त सभी धातुएँ ठोस हैं। रंग के अनुसार धातुओं के दो मुख्य वर्ग हो सकते हैं। काली धातु तथा रंगीन धातु। (चित्र 46)

आपेक्षिक घनत्व के अनुसार धातुओं के दो वर्ग किए जाते हैं। **'हल्की धातुएँ'** जिनका आपेक्षिक घनत्व 5 से कम है और **'भारी धातुएँ'** जिनका आपेक्षिक घनत्व 5 से अधिक है। केवल कुछ धातुएँ, जैसे सोडियम तथा पोटाशियम पानी से हल्की होती हैं। इन भौतिक गुणों के द्वारा धातुओं को पहचाना जा सकता है।

प्रश्न

1. दैनिक जीवन में किन धातुओं का उपयोग होता है ?
2. धातुओं के प्रमुख भौतिक गुण क्या हैं ?
3. कमरे के साधारण ताप पर धातुएँ किस अवस्था में होती हैं ? कौन-सी धातु द्रव रूप में पाई जाती है ?

चित्र 46. धातओं का वर्गीकरण

4. रंग तथा आपेक्षिक घनत्व के अनुसार धातुओं का विभाजन कैसे किया जा सकता है ? किस धातु का आपेक्षिक घनत्व एक से कम है ?

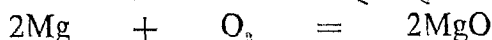
38. धातुओं के रासायनिक गुण (धातुओं की सक्रियता)

(क) धातुओं का आक्सीकरण (उपचयन)

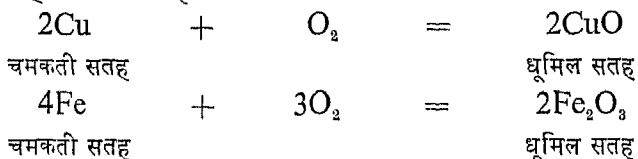
प्रयोग

मग्नेशियम रिबन का एक टुकड़ा, लोहे की कील और ताँबे की चमकती हुई पट्टी लो। प्रत्येक को स्प्रिट लैम्प की लौ के ऊपर थोड़ी देर तक रखो। देखो कि प्रत्येक में क्या परिवर्तन होता है।

कुछ धातुए हवा में जलकर आक्साइड बनाती हैं (मैग्नीशियम, सोडियम, कैल्सियम आदि)। मैग्नीशियम के जलने पर निम्नलिखित क्रिया होती है :

$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

तुमने उपरोक्त प्रयोग में देखा कि गरम करने से ताँबे की पत्ती की चमक जाती रही। लोहा और ताँबा हवा में जलते नहीं किन्तु उन्हें गरम करने पर उनकी सतह पर आक्साइड की तह जम जाती है।

$$\underset{\text{चमकती सतह}}{2Cu} + O_2 = \underset{\text{धूमिल सतह}}{2CuO}$$

$$\underset{\text{चमकती सतह}}{4Fe} + 3O_2 = \underset{\text{धूमिल सतह}}{2Fe_2O_3}$$

लगभग सभी धातुएँ आक्सीजन से प्रतिक्रिया कर सकती हैं। पोटाशियम, सोडियम तथा कैल्सियम बड़ी सरलता से आक्सीकृत हो जाते हैं। इसलिए इनको आक्सीकरण से बचाने के लिए इन्हें मिट्टी के तेल में डुबो कर रखा जाता है। मैग्नीशियम भी सरलता से आक्सीकृत हो जाता है। परंतु साधारण ताप पर इसकी सतह पर आक्साइड की एक मज़-बूत तह जमी होती है जो इसे और अधिक आक्सीकरण से बचाती है। इसी प्रकार कुछ और धातुएँ जैसे एलुमिनियम, ज़िंक तथा सीसे पर भी मज़बूत तह बन जाती है।

ताँबा, ज़िंक, क्रोमियम, निकेल तथा कुछ अन्य धातुएँ साधारण अवस्था में वायु की आक्सीजन से आक्सीकृत नहीं होती। गरम करने पर भी वे केवल सतहों पर आक्सीकृत होती हैं। पोटाशियम, सोडियम, कैल्सियम, मैग्नीशियम तथा ज़िंक गरम करने पर हवा में सरलता से जलते हैं। लोहा केवल सूक्ष्म कण की अवस्था में जल सकता है। किसी लौ पर थोड़ी मात्रा में लोहे का सूक्ष्म चूर्ण छिड़क कर इसके जलने को हम देख सकते हैं। शुद्ध आक्सीजन में इस्पात के तार को भी जला सकते हैं। चाँदी, सोना तथा प्लेटिनम गरम

करने पर भी आक्सीजन से क्रिया नहीं करते हैं। इन धातुओं को **उत्कृष्ट धातुएँ** कहते हैं।

इस प्रकार आक्सीजन के प्रति धातुओं की सक्रियता भिन्न-भिन्न होती है।

अधिकांश धात्विक आक्साइड बेसिक होती हैं। पानी से क्रिया कर ये हाइड्राक्साइड बनाती हैं।

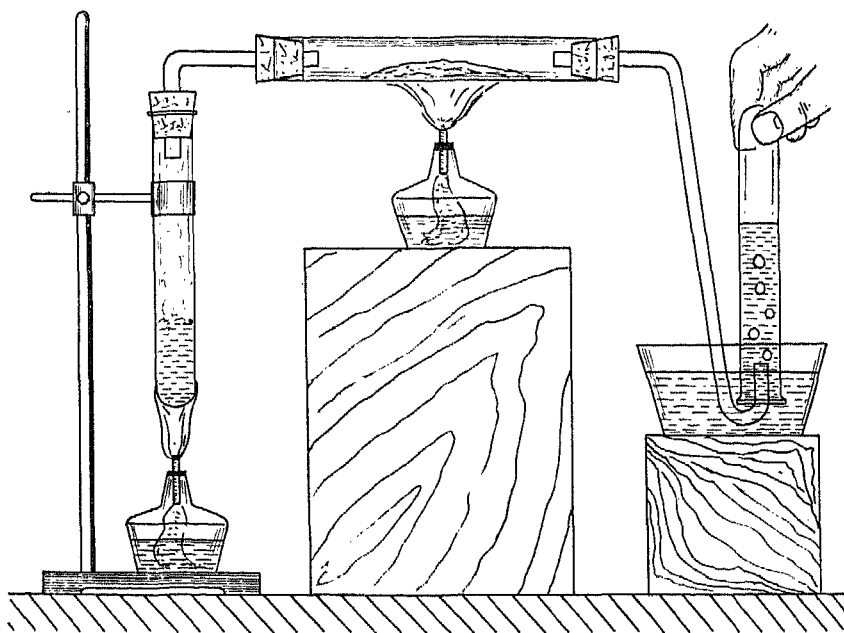
आक्सीजन के साथ धातुओं की प्रतिकिया का उपयोग कुछ उद्योगों में किया जाता है। उदाहृण के लिए, ज़िक आक्साइड, जो पेंट बनाने के काम आता है, हवा में जलाकर बनाया जाता है।

(ख) धातुओं की पानी के साथ प्रतिक्रिया

प्रयोग

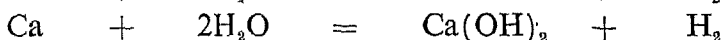
चिमटी की सहायता से सोडियम धातु का एक चावल के बराबर टुकड़ा लो। एक चौड़ी परखनली में, थोड़ी मात्रा में पानी लेकर इस धातु को डालो। ध्यान से देखो कि क्या होता है।

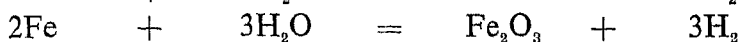
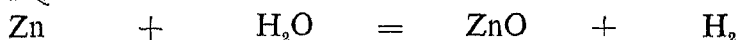
प्रदर्शन

चित्र 47 की तरह उपकरण को सजाओ। परखनली में लगभग 15 मि० लि० पानी डालो। काँच की नली में ज़िक का चूर्ण रखो। ज़िक के चूर्ण को गरम

चित्र 47. ज़िंक पानी की प्रतिक्रिया

करो और साथ-साथ परखनली को भी गरम करो जिससे कि पानी का वाष्प ज़िंक के साथ प्रतिक्रिया करे। निकली हुई गैस को इकट्ठा करो।

सोडियम, पोटाशियम और कैल्सियम ठंडे पानी के साथ तेज़ी से प्रतिक्रिया करते हैं।

$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$
$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

मैग्नीशियम ज़िंक, लोहा तथा कुछ अन्य धातुएँ केवल गरम करने पर पानी से प्रतिक्रिया करते हैं।

$$Zn + H_2O = ZnO + H_2$$
$$2Fe + 3H_2O = Fe_2O_3 + 3H_2$$

प्रयोग

एक परखनली में 5 मि० लि० पानी और कुछ ताँबे की छीलन लो। देखो ताँबे पर कोई प्रतिक्रिया होती है या नहीं। अब परखनली को थोड़ी देर के लिए तेजी से गरम करो और अपने निरीक्षणों को नोट करो।

ताँबा, चाँदी तथा सोना गरम करने पर भी पानी से प्रतिक्रिया नहीं करते हैं। इस प्रकार पानी के प्रति भी धातु की सक्रियता विभिन्न होती है।

(ग) तनु अम्ल के साथ धातु की प्रतिक्रिया

गृह कार्य

खंड 5 से 'धातु की अम्ल के साथ प्रतिक्रिया' को पढ़ो।

धातु की सक्रियता—माला का उपयोग करके प्रयोगों के हल को समझाओ।

मैग्नीशियम, एलुमिनियम, ज़िंक तथा लोहे की तनु सल्फ़्यूरिक, तथा तनु हाइड्रोक्लोरिक एसिड के साथ होने वाली प्रतिक्रियाओं के समीकरण को लिखो। ताँबे के साथ नाइट्रिक और सल्फ़्यूरिक एसिड की प्रतिक्रिया के समीकरण को लिखो।

इस प्रकार तुमने देखा कि अम्लों के प्रति विभिन्न धातुओं की सक्रियता भिन्न-भिन्न होती है। परंतु उनमें अधिकांश एसिड से प्रतिक्रिया कर विभिन्न पदार्थ बनाते हैं।

(घ) लवणों के विलयन से धातुओं की प्रतिक्रिया

गृह कार्य

अध्याय एक से खंड 11 को पढ़ो।

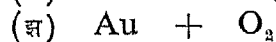
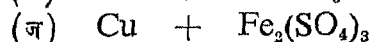
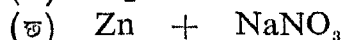
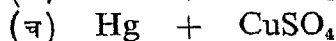
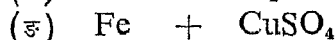
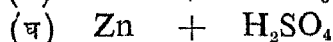
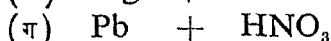
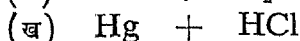
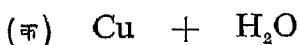
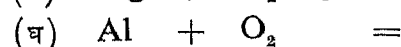
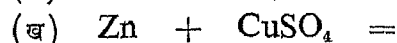
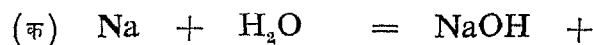
दिए हुए धातु जैसे ज़िंक, लोहा और ताँबा में कौन-सी धातु सीसा तथा ताँबे को उनके लवणों से विस्थापित कर सकती है। प्रतिक्रिया के समीकरणों को भी लिखो। सक्रियता-माला में धातुओं की स्थिति के आधार पर इन क्रियाओं को समझाओ।

प्रश्न

1. साधारण परिस्थितियों में कौन-सी धातु आक्सीकृत होती है ?
2. कौन-सी धातुओं की हवा में आरक्षक तह बन जाती है ? इस गुण का उपयोग हमारे घरों में तथा उद्योगों में कैसे किया जाता है ?
3. साधारण अवस्थाओं में कौन-सी धातु हवा में आक्सीकृत नहीं होती, परंतु गरम करने पर आक्सीकृत हो जाती है ? इस क्रिया का समीकरण लिखो।
4. कौन-सी धातु केवल शुद्ध आक्सीजन में जलाई जा सकती है ? इस प्रतिक्रिया का समीकरण लिखो।
5. कौन-सी धातुएँ हवा में गरम करने पर भी आक्सीकृत नहीं होती ? इनका साधारण नियम क्या है ?
6. क्या पानी से निम्नलिखित धातुएँ प्रतिक्रिया करती हैं ? टीन, ताँबा, सीसा, पारा और चाँदी।
7. पानी के साथ प्रतिक्रियाशीलता के आधार पर धातुओं का वर्गीकरण कैसे किया जा सकता है ?
8. जहाँ कहीं रासायनिक प्रतिक्रिया हो सकती है उन समीकरणों को पूरा करो :

   (क) $Cu + H_2O$
   (ख) $Hg + HCl$
   (ग) $Pb + HNO_3$
   (घ) $Zn + H_2SO_4$
   (ङ) $Fe + CuSO_4$
   (च) $Hg + CuSO_4$
   (छ) $Zn + NaNO_3$
   (ज) $Cu + Fe_2(SO_4)_3$
   (झ) $Au + O_2$

9. निम्नलिखित समीकरणों को पूरा करो :

   (क) $Na + H_2O = NaOH +$
   (ख) $Zn + CuSO_4 =$
   (ग) $Mg + H_2SO_4 = H_2 \quad +$
   (घ) $Al + O_2 =$

   ये किस प्रकार की क्रियाएँ हैं ?

10. यदि 160 ग्राम कापर सल्फ़ेट के विलयन में एक लोहे की चादर को डुबो दिया जाए तो अधिक से अधिक कितना ग्राम ताँबा प्राप्त होगा ?

प्रायोगिक कार्य नं० 6

धातुओं के रासायनिक गुण

उपकरण : परखनली, चीनी की प्याली, छल्ला सहित धातु का स्टैंड, ऐस्बेस्टास गाज़, फ़नल, स्प्रिट लैम्प, चिमटी तथा क़ैंची ।

अभिकर्मक : मैग्नीशियम, दानेदार ज़िंक, लोहे की कील या कतरन, ताँबे की छीलन, नाइट्रिक, हाइड्रोक्लोरिक तथा सल्फ़्यूरिक एसिड का विलयन, कास्टिक सोडा तथा नीलेथोथे के विलयन ।

समस्या 1 : मैग्नीशियम धातु से मैग्नीशियम सल्फ़ेट प्राप्त करना ।

समस्या 2 : कापर हाइड्रॉक्साइड से ताँबा धातु प्राप्त करना ।

समस्या 3 : कापर सल्फ़ेट से ताँबा धातु प्राप्त करना ।

समस्या 4 : सल्फ़्यूरिक एसिड की Mg, Zn, Fe और Cn से प्रतिक्रिया होने पर कौन-सी गैसें निकलती हैं ?

समस्या 5 : प्रयोग द्वारा सिद्ध करो कि Cu से Fe अधिक सक्रिय है ।

समस्या 6 : प्रयोग द्वारा सिद्ध करो कि Pb से Zn अधिक सक्रिय है ।

अपने कार्य का विवरण लिखो तथा अपनी क्रिया के स्थान को साफ़ करो ।

39. प्रकृति में धातुएँ किस प्रकार पाई जाती हैं

क्या प्रकृति में धातुएँ मुक्त अवस्था में (सरल तत्त्व के रूप में) पाई जाती हैं ?

तुमने पहले ही देखा है कि सोडियम बहुत-ही क्रियाशील धातु है । यह सरलता से दूसरे तत्त्वों के साथ संयुक्त होकर यौगिक बनाता है । यह साधारण नमक में क्लोराइड के रूप में पाया जाता है । इसलिए यह प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं पाया जाता है । यही बात सभी क्रियाशील धातुओं के लिए सही है । केवल सोना जैसी **उत्कृष्ट धातुएँ** प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं ।

संयोजित अवस्था में धातुएँ अधिकतर आक्साइड, सल्फ़ाइड या कार्बोनेट के रूप में अन्य पथरीले पदार्थों के साथ मिली हुई अवस्था में पाए जाते हैं । इनको **अयस्क** कहते हैं ।

उदाहरण के लिए धातुओं के कुछ साधारण अयस्क इस प्रकार हैं :

धातु	यौगिक	अयस्क का नाम	रासायनिक सूत्र
लोहा	आक्साइड	हेमेटाइट	Fe_2O_3
,,	,,	मैग्नेटाइट	Fe_3O_4
एलूमिनियम	,,	बॉक्साइट	Al_2O_3
ताँबा	सल्फ़ाइड	पाइराइट्स	$CuFeS_2$
चाँदी	,,	आर्जेन्टाइट	Ag_2S
सीसा	,,	गैलेना	PbS

40. एक साधारण धातु का अध्ययन

लोहा

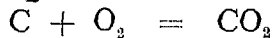
संकेत—Fe परमाणु भार—53·85

लोहे का निष्कर्षण :

शुद्ध लोहा, चाँदी के समान सफ़ेद, नरम और लचीली धातु है। इसका आपेक्षिक घनत्व और द्रवणांक अधिक होता है। लोहा शीघ्र आक्सीकृत हो जाता है। एसिड से प्रतिक्रिया कर यह लवण बनाता है।

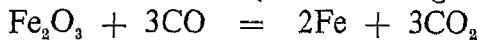
लोहा अपने अयस्कों से प्राप्त किया जाता है। साधारणत: आक्साइड के अपचयन से यह बनता है। कोक के जलने से कार्बन मानोक्साइड बनता है जिसका उपयोग अपचायक के रूप में किया जाता है। इस दशा में प्रतिक्रिया होती है :

(क) कोक का कुछ अंश जलकर कार्बन डाइआक्साइड बनता है।

$$C + O_2 = CO_2$$

(ख) अधिक ताप पर कार्बन डाइआक्साइड कोक के साथ क्रिया करके कार्बन मानोक्साइड बनाता है।

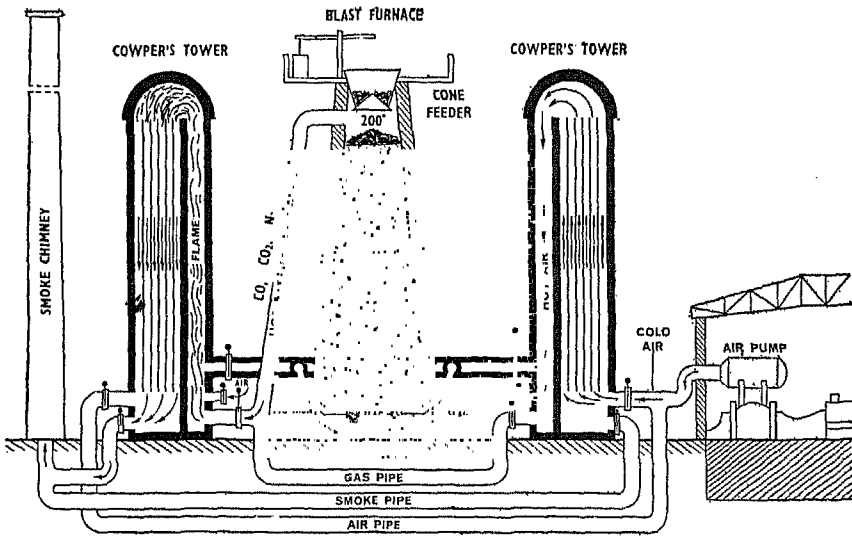
$$CO_2 + C = 2CO$$

(ग) कार्बन मानोक्साइड लोहे की अयस्क को मुक्त लोहे में अपचयित करता है।

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

इस प्रकार से प्राप्त लोहे में कुछ कार्बन मिला होता है। इससे लोहे का एक मिश्र धातु बनता है जिसे **'पिग आयरन'** कहते हैं। पिग आयरन में लोहे और कार्बन के अतिरिक्त

थोड़ी मात्रा में कुछ अन्य तत्त्व भी अशुद्ध रूप में उपस्थित हो सकते हैं। इन अशुद्धियों को दूर करने के लिए अयस्क में कुछ विशेष पदार्थ डालते हैं जिसे **गालक** कहते हैं। इन अशुद्धियों से संयुक्त होकर गालक सरलता से पिघलने वाले पदार्थ बनाते हैं जिन्हें **धातुमल** कहते हैं।

अयस्क से पिग आयरन **वात-भट्ठी** में बनाया जाता है यह लगभग 6 मीटर व्यास और 30 मीटर ऊँची इस्पात की बनी एक टावर होती है जिसके अंदर विशेष प्रकार की अग्निसह मिट्टी से बना हुआ अस्तर होता है।

भट्टी के ऊपरी भाग में लोहे की अयस्क तथा गालक का मिश्रण भेजा जाता है (चित्र 48)। वात-भट्टी के नीचे विशेष छिद्रों द्वारा 700° से० ताप की गरम हवा भेजी जाती है। ईंधन के रूप में कोक जलकर भट्टी के नीचे के भाग में उच्च ताप पैदा करता है। प्रायः वायु के साथ आक्सीजन भी मिला दी जाती है। इससे भट्टी के अंदर का ताप और अधिक हो जाता है और पिग आयरन बनने में कम समय लगता है।

चित्र 48. लोहे का निष्कर्षण

अयस्क से धातुमल पिघलकर भट्टी के नीचे जमा हो जाता है। भट्टी की पेंदी में द्रव की दो तहें प्राप्त होती हैं। नीचे की भारी तह पिग आयरन की होती है और ऊपर की हल्की धातुमल की तह पिग आयरन को आक्सीकृत होने से रोकती है। समय-समय पर एक विशेष छिद्र से धातुमल को निकाला जाता है।

जब काफ़ी मात्रा में पिग आयरन एकत्र हो जाता है तो इसे वात-भट्टी के अंदर के छिद्र से अग्निसह ईंट की डाट को खोलकर निकाल लिया जाता है। विशेष प्रकार के बनें हुए ढाँचे में पिघलता हुआ लोहा डाला जाता है जो ठंडा होने पर जम जाता है।

पिग आयरन के इस ठोस गुटकों से लोहे की नली तथा अन्य चीज़ें ढालकर बनाई जाती हैं या इसका उपयोग इस्पात बनाने में किया जाता है।

यदि पिग आयरन (कच्चे लोहे) बनाने के कारख़ाने में इस्पात बनाने का काम भी हो तो पिग आयरन द्रव अवस्था में ही सीधे इस्पात बनाने की जगह भेज दिया जाता है।

पिग आयरन के उत्पादन में विपरीत धारा और ऊष्मा विनिमय के सिद्धांतों का उपयोग होता है। वात-भट्टी में ठोस पदार्थ ऊपर से पेंदी की ओर गिरता है और कार्बन मानोक्साइड गैस ऊपर से नीचे की ओर चलती है। इस प्रकार विपरीत दिशाओं में गतिमान होने से प्रतिक्रिया के काफ़ी हद तक पूर्ण होने की संभावना हो जाती है। यह **विपरीत धारा का सिद्धांत** कहलाता है (चित्र 48)। वात-भट्टी से निकलने वाली गैसीय उत्पाद में कार्बन मानोक्साइड मौजूद रहता है। ऊष्मा के अपव्यय को रोकने के लिए इन गैसों को ईंट के बनें चेम्बरों से प्रवाहित किया जाता है। वहाँ कार्बन मानोक्साइड जल जाता है। इस जलने की प्रक्रिया से उत्पादित गर्मी के द्वारा ये चेम्बर खूब गरम हो जाते हैं। वात-भट्टी में प्रवेश करने से पहले हवा इन गरम चेम्बरों में से होकर जाती है और इस प्रकार वात-भट्टी से आने से पहले ही काफ़ी गरम हो जाती है। इस तरह इन चेम्बरों के उपयोग से ईंधन की बचत होती है। इस प्रकार **ऊष्मा विनिमय के सिद्धांत** का उपयोग किया जाता है।

पिग आयरन का उत्पादन दिन रात निरंतर चलता रहता है। भट्टी लगातार 5, 6, 7 या कहीं-कहीं 10 वर्षों तक भी काम करती रहती है। इस अवधि के पश्चात वात-भट्टी की मरम्मत करने की आवश्यकता पड़ती है। वात-भट्टी से एक दिन में 2 हज़ार या 3 हज़ार टन तक पिग आयरन प्राप्त किया जा सकता है।

प्रश्न

1. प्रकृति में धातु किस-किस रूप में पाए जाते जाते हैं? उदाहरण देकर समझाओ।
2. कौन-सी धातु स्वतंत्र अवस्था में पाई जाती है? समझाओ क्यों?
3. आयरन और एलुमिनियम के अयस्कों के नाम दो और उनका संघटन भी बताओ?
4. अयस्कों से लोहा किस रासायनिक प्रक्रिया से प्राप्त किया जा सकता है? प्रक्रियाओं के समीकरण भी दो।

5. 200 टन पिग आयरन प्राप्त करने के लिए कम से कम कितने टन शुद्ध मैग्नेटाइट की आवश्यकता होगी।

(उत्तर : 253·5 टन)

6. धातुमल क्या है ?

41. पिग आयरन तथा इस्पात

वात-भट्ठी से प्राप्त पिग आयरन में लोहे के अतिरिक्त 2 से 4.5 प्रतिशत कार्बन और थोड़ी-थोड़ी मात्राओं में कुछ अन्य तत्त्व होते हैं। इन्हीं कुछ तत्त्वों की उपस्थिति के कारण पिग आयरन के गुण शुद्ध लोहे से भिन्न होते हैं।

शुद्ध लोहा विशेषत: गरम अवस्था में नरम और आघातवर्धनीय होता है। पिग आयरन शुद्ध लोहे से अधिक कठोर किन्तु भंगुर होता है और आघातवर्धनीय भी नहीं होता।

यह गरम करने से टूट जाता है। टूटने से प्राप्त नई सतह पर पिग आयरन का रंग हल्का भूरा होता है।

बरफ़ के समान पिग आयरन भी द्रव से ठोस रूप में आने पर फैलता है। पिग आयरन को पिघलाकर और फिर इस द्रव को विशेष साँचे में डालकर वस्तुएँ ढाली जाती हैं। लकड़ी के माडल पर विशेष प्रकार की चिकनी मिट्टी (क्ले) से साँचे बनाए जाते हैं। मशीन के पुर्ज़े, रासायनिक उपकरण, नल, खराद की मशीन, छड़, आदि पिग आयरन की बनी होती हैं। इन वस्तुओं को बाद में पालिश करके चमका दिया जाता है।

पिग आयरन की कई क़िस्में हैं। इनमें से कुछ में अन्य धातु जैसे क्रोमियम तथा निकेल आदि मिले हुए होते हैं। इन धातुओं के मिश्रण से पिग आयरन कम अथवा अधिक कठोर बनाया जा सकता है और दूसरे उपयोगी गुण उचित मिश्रण से लाए जा सकते हैं।

मार्टिन्स नाम की एक विशेष भट्टी में पिघलाकर पिग आयरन से इस्पात बनाया जाता है। इस विधि से पिग आयरन का अधिकांश कार्बन, फ़ास्फ़ोरस और अन्य अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं और इस्पात प्राप्त होता है। पिग आयरन से जितना अधिक कार्बन दूर हो जाता है उतना ही अधिक नर्म इस्पात होता है। ऐसा इस्पात जिसमें 0·2 से 1·8 प्रतिशत तक कार्बन होता है, कार्बन स्टील कहलाता है।

कार्बन स्टील के अलावा और प्रकार के इस्पात भी होते हैं। उनको ऐलौय स्टील या धातुसंकर इस्पात कहते हैं। ऐलौय स्टील में किसी धातु के साथ अन्य तत्त्व या (तत्त्वों) का बना समांगी मिश्रण धातुसंकर कहलाता है। ऐसे धातुसंकर इस्पात बनाने के लिए पिघले

हुए रूप में कुछ पदार्थ उपयुक्त मात्रा में मिला दिए जाते हैं। ऐसा करने से इस्पात के गुण बदल जाते हैं। जैसे क्रोमियम और निकेल के मिलाने से क्रोमियम और निकेल स्टील प्राप्त होता है। टाइटेनियम के मिलाने से प्राप्त स्टील कहीं अधिक मज़बूत होता है। इस पर अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है और न ही इसको जंग लगता है। रासायनिक उपकरण, मशीनों के हिस्से, जंग न लगने वाले चाक़ू और चम्मच एवं अन्य घरेलू बर्तन इसी प्रकार के विशेष इस्पात से बनाए जाते हैं।

आघातवर्धनीयता इस्पात की सभी क़िस्मों का साधारण किन्तु महत्त्वपूर्ण गुण है। इस्पात को पीट कर प्लेट बनाए जाते हैं और भारी दाब के द्वारा विशेष प्रकार के चिह्नित बर्तन बनाए जाते हैं। उल्टी दिशा में घूमते हुए दो रौलर के बीच से गुज़ार कर स्टील की चादरें बनाई जाती हैं। स्टील के तार भी खींचे जा सकते हैं।

प्रयोग

एक ब्लेड लो और उसके दो टुकड़े कर लो। (ब्लेड विशेष स्टील की बनी होती है।) इसमें से एक को स्प्रिट लैम्प की लौ पर इतना गरम करो कि लाल हो जाए। अब धीरे-धीरे इसे ठंडा होने दो। इसके लिए यह आवश्यक है कि लौ में से ब्लेड को धीरे-धीरे हटाओ। ठंडे ब्लेड को मोड़ने की कोशिश करो और इस ब्लेड की कठोरता का मिलान दूसरे ब्लेड की कठोरता से करो।

फिर उसी ब्लेड को दुबारा लाल गरम करो और फुर्ती से ठंडे पानी में डुबो दो। ब्लेड को अब फिर से मोड़ने की कोशिश करो। क्या यह आसानी से मुड़ जाता है? क्या यह इस क्रिया में टूट जाता है?

गरम करने पर स्टील नर्म हो जाता है। गरम ब्लेड को धीरे-धीरे ठंडा करने से उसकी कठोरता कम हो जाती है। इस प्रक्रिया को **अनीलीकरण** कहते हैं और इस विधि से प्राप्त स्टील को **अनीलीकृत इस्पात** कहते हैं।

यदि अनीलीकृत इस्पात लाल गरम करके जल्दी ही ठंडा कर दिया जाए तो इस्पात दुबारा कठोर हो जाता है। इस विधि में **शमनक्रिया या कठोरीकरण** की क्रिया होती है। इस विधि से प्राप्त इस्पात को कठोरीकृत इस्पात कहते हैं।

स्टील के अनीलीकृत और कठोरीकृत हो सकने के गुण का उपयोग भाँति-भाँति के उपकरण और अन्य वस्तुओं के बनाने में होता है।

भारत सरकार कच्चा लोहा और स्टील उद्योग के विकास की ओर बहुत ध्यान दे रही है, क्योंकि यह अन्य सब धात्विक उद्योगों का मूलाधार है।

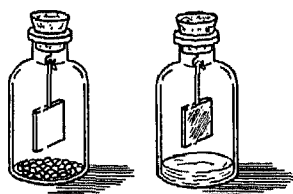
प्रश्न

1. पिग आयरन और इस्पात के गुण और संघटन में क्या अंतर है ?
2. किस इस्पात को विशेष स्टील कहते हैं और वह किस काम आता है ?
3. स्टील के अनीलीकरण और कठोरीकरण का क्या अर्थ है ? यह विधियाँ किस काम आती हैं।
4. विशेष स्टील बनाने के लिए किन धातुओं को मिलाया जाता है ?
5. राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था में पिग आयरन का क्या स्थान है ?

42. धातुओं का संक्षारण तथा उसे रोकने के उपाय

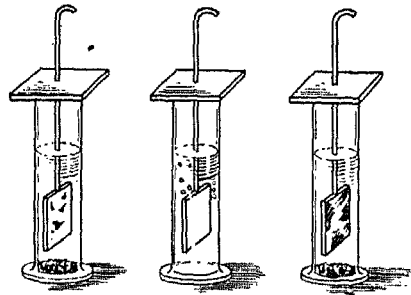
तुमने देखा होगा कि नम हवा में रखे रहने पर कई धातुओं की सतह पर एक प्रकार का कोट बन जाता है। लोहा भी ऐसी धातुओं में से एक है। लोहा (इस्पात) या इससे प्राप्त मिश्रधातु पर, नम हवा में रखने से उसके ऊपर भूरे रंग का कोट सा जम जाता है। इसी प्रकार ताँबे के ऊपर हरे रंग का जंग लग जाता है। इस क्रिया को धातु का **संक्षारण** कहते हैं। यह अध्ययन करने के लिए कि लोहे का संक्षारण **किन दशाओं** में होता है, आओ निम्नलिखित प्रयोग करें।

प्रयोग

1. काँच की दो बोतलें और दो लोहे की साफ़ कील या पत्तियाँ लो। इनसे एक बोतल की पेंदी पर कैल्सियम क्लोराइड (यह पदार्थ हवा से नमी सोख लेता है) के कुछ टुकड़े डालो। दूसरी बोतल में कुछ पानी रखो। दोनों बोतलों को रबड़ की डाट से बंद कर दो। डाट से बोतलों के अंदर धागे के सहारे कील या पत्ती को लटका दो (चित्र 49)। कई दिन बाद बोतलों में रखी कील या पत्तियों के सतहों का मिलान करो। इस प्रयोग से तुम किस निष्कर्ष पर पहुँचते हो ?

चित्र 49. लोहे का संक्षारण

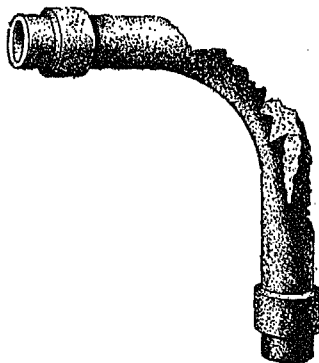
2. बोतलों में थोड़ा-थोड़ा पानी लो और पिछले प्रयोग के अनुसार दो लोहे की पत्तियाँ या कील लटकाओ। इनमें से एक कील या पत्ती पर वेसलीन का लेप कर दो। कई दिनों के बाद कील अथवा पत्ती के बाहरी रूप का मिलान करो और प्रयोग से अपना निष्कर्ष निकालो।

3. तीन सिलिंडर या बड़ी परखनलियाँ (चित्र 50 क ख ग) का लगभग 3/4 भाग श्रवित जल से भरो। परखनली 'क' में तनु सल्फ़्यूरिक एसिड डालो। परखनली 'ख' में दो-तीन ग्राम साधारण नमक डालो। 'ग' में और कुछ भी मत मिलाओ। अब इनमें डाट के सहारे कील या पत्ती इस प्रकार लटकाओ कि ये द्रव में डूबी रहे। परखनलियों को कई दिनों तक रखा रहने दो और तब प्रत्येक परखनली से प्राप्त निरीक्षणों का मिलान करो। प्रयोग से तुम किस निष्कर्ष पर पहुँचते हो?

साधारण तापमान पर विशेषत: नम हवा में लोहे पर शीघ्र ही जंग लग जाता है। इस प्रक्रिया के कारण इस्पात से बनी वस्तुओं पर भूरे अथवा लाल रंग की परत जम जाती है, जिसमें लोहे को आक्साइड, हाइड्रॉक्साइड या अन्य यौगिक होते हैं। जंग की यह ढीली परत इस्पात की वस्तुओं पर होने वाली संक्षारण क्रिया को आगे बढ़ने से नहीं रोकती है

चित्र 50. संक्षारण प्रयोग

क्योंकि नमी और हवा ढीली परत से होकर अंदर जा सकते हैं। इस प्रक्रिया के आगे बढ़ने पर इस्पात की वस्तुएँ क्षीण अथवा नष्ट हो जाती हैं (चित्र 51)।

बाहरी दशाओं के असर से धातुओं के क्षीण होने को **संक्षारण** कहते हैं। दैनिक जीवन में साधारण रूप से काम में आने वाली अन्य धातुओं के अपेक्षा लोहे पर अधिक आसानी से जंग लगता है। लोहे के संक्षारण में हवा की आक्सीजन और अन्य गैसें जैसे कार्बन डाइ-

आक्साइड और कभी-कभी सल्फ़र डाइआक्साइड (कहीं-कहीं हवा में थोड़ी मात्रा में SO_2 पाई जाती है) भाग लेती हैं। अम्ल और लवण के जलीय घोल के संस्पर्श से भी लोहे का संक्षारण होता है।

चित्र 51. लोहे के नल का संक्षारण

संसार में लोहे के वार्षिक उत्पादन का लगभग 1/3 भाग जंग के कारण नष्ट हो जाता है। उदाहरण के लिए सन् 1860 और 1920 के बीच दुनिया में लोहे का उत्पादन क़रीब 186 करोड़ टन हुआ। अनुमान है कि इसमें से 89 करोड़ टन धातु संक्षारण के कारण नष्ट हो गया।

यदि हवा और धातु के बीच संपर्क को रोक दिया जाए तो संक्षारण भी रोका जा सकता है। संक्षारण को रोकने के ऐसे अनेक तरीक़े हैं।

(क) तेल का कोट लगाकर

इनमें से पहली विधि में जंग लगने को रोकने के लिए धातु की सतह पर तेल या ऐसे किसी और स्नेहक पदार्थ का लेप कर दिया जाता है। लोहे और इस्पात की बनी वस्तुओं को गोदामों में रखने के लिए ऐसा करना बहुत आवश्यक है। खेती में काम आने वाले औज़ार और अन्य मशीनों को भी तेल से विलेपित किया जाता है जिससे उन पर जंग का प्रभाव न पड़े।

(ख) पेन्ट का कोट लगाकर

कभी-कभी लोहे की बनी वस्तुओं की बाहरी सतह हवा के संसर्ग में बहुत आती है। इन दशाओं में पेन्ट का कोट चढ़ाकर सतह को हवा के संस्पर्श से रोका जा सकता है। यही कारण है कि मोटरकार, रेल के डिब्बे, पुल और इस्पात से बने फ़र्नीचर सदैव पेन्ट कर दिए जाते हैं।

(ग) अन्य धातुओं को पिघलाकर और उनका कोट चढ़ाकर

कभी-कभी संक्षारण रोकने के लिए धातु की सतह पर किसी अन्य धातु को पिघलाकर उसका कोट चढ़ा दिया जाता है। मकानों की छत डालने, बाल्टी और डोल आदि बनाने में काम आने वाली लोहे की चादरों को पहले सावधानी से साफ़ करके पिघले जस्ते में डुबो दिया जाता है। जस्तेदार लोहे की ऐसी चादरों को **गैलवेनाइज्ड या जस्तीकृत** चादर कहते हैं। टिन के कनस्तर, लोहे की ऐसी पतली चादरों से बनाए जाते हैं जिन पर पहले पिघले टिन का लेप दे दिया गया है। पीतल और ताँबे के बने रसोई के बर्तनों पर नम हवा में एक हरी परत जम जाती है। इन बर्तनों में यह परत ख़ासकर खट्टी खाद्य पदार्थ रखने पर बन जाती है। यह परत धातु के संक्षारण के कारण बनती है। परत में उपस्थित पदार्थ ज़हरीला होता है। इस कारण रसोई के बर्तनों पर पिघले टिन का कोट करा दिया जाता है। इस प्रक्रिया को **क़लई कराना** कहते हैं।

(घ) विद्युत विश्लेषण द्वारा अन्य धातुओं का कोट चढ़ाना

धातुओं के संक्षारण को रोकने के लिए एक और तरीक़े में विद्युत विश्लेषण द्वारा धातु की सतह पर किसी अन्य धातु का कोट चढ़ा दिया जाता है। इस प्रक्रिया को **विद्युत लेपन** कहते हैं। साइकिल के हेंडिल और रिम और रसोई के चम्मच और काँटे, विद्युत लेपित वस्तुओं के उदाहरण हैं।

(च) ऐनोडीकरण

एलुमिनियम और क्रोमियम जैसी धातुओं के ऊपर आक्साइड की एक ऐसी परत (फ़िल्म) बन जाती है जो धातु की सतह पर मज़बूती से चिपकी रहने के कारण अपने नीचे स्थित धातु को और अधिक संक्षारण से बचाती है। संक्षारण रोकने के लिए इस तथ्य का उपयोग **एनोडी करण** में किया जाता है। इस विधि में ताँबा और एलुमिनियम जैसी धातुओं पर विद्युत विश्लेषण द्वारा आक्साइड का एक बहुत सूक्ष्म और मज़बूत कोट चढ़ा दिया जाता है। यह धातु के संक्षारण को रोकता है। दरवाज़ों के हत्थे, साबुन दानियाँ और हेंडिल आदि वस्तुएँ भी एनोडीकृत एलुमिनियम की बनी होती है।

प्रश्न

1. संक्षारण क्या है ?
2. धातुओं के संक्षारण को रोकने के लिए कौन-कौन-सी विधियाँ काम आती हैं ? प्रत्येक विधि का एक उदाहरण दो।
3. शुष्क हवा में लोहा क्यों नहीं संक्षारित होता ?
4. तेल का लेप लोहे के संक्षारण को कैसे रोकता है ?

43. नान-फ़ेरस या रंगीन धातु

लोहा और उसका मिश्र धातु 'ब्लैक' अथवा फ़ेरस धातुओं के वर्ग में आता है। अन्य धातु एक दूसरे वर्ग में रखे जाते हैं जिसका नाम फ़ेरसेतर या रंगीन धातु वर्ग है। इस वर्ग की कुछ धातुओं के नाम हैं: ताँबा, एलुमिनियम, मैग्नेशियम, टिन, सीसा, क्रोमियम, टंगस्टन, मॉलिबडेनम, वेनाडियम, मैग्नीज़ और ज़िंक। एलुमिनियम सबसे अधिक काम आने वाला नान-फ़ेरस धातु है। यौगिक अवस्था में वह चिकनी मिट्टी और बहुत-से दूसरे खनिजों में पाया जाता है। एलुमिनियम की अपेक्षा प्रकृति में अन्य रंगीन धातु कम मात्रा में पाए जाते हैं। नान-फ़ेरस धातु उद्योग के विभिन्न विभागों में काम में आता है। इसका उपयोग धात्विक अवस्था में अथवा अन्य धातुओं के साथ मिलकर बनाए गए **मिश्रधातु** के रूप में होता है। क्रोमियम, मैंग्नीज़, टाइटेनियम, टंगस्टन और मॉलिबडेनम का उपयोग मिश्र स्टील बनाने में किया जाता है। इन धातुओं के आक्साइड तथा लवणों का भी उपयोग उद्योगों में किया जाता है। आओ इन नान-फ़ेरस धातुओं में से कुछ के भौतिक गुणों और उपयोगों का अध्ययन करें।

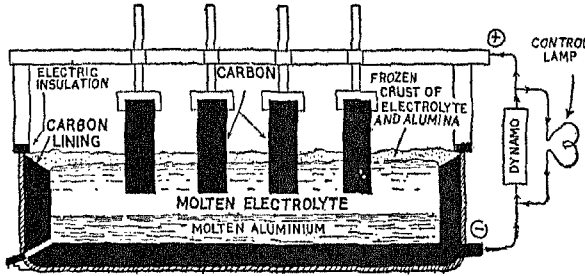
एलुमिनियम

संकेत—Al परमाणु भार—27

एलुमिनियम चाँदी के समान सफ़ेद तथा नरम धातु है। यह हल्की धातुओं में से एक है। इसका आपेक्षिक घनत्व 2·7 है। बॉक्साइट नामक खनिज से एलुमिनियम प्राप्त किया जाता है।

एलुमिनियम के निष्कर्ष में पहले बॉक्साइट से साफ़ करके एलुमिना ($Al_2 O_3$) प्राप्त किया जाता है। एलुमिना एक बहुत-ही स्थायी यौगिक है और साधारण अवस्था में इसका अपचयन बहुत-ही कठिन है। इसको पिघले हुए क्रायोलाइट नामक खनिज में घोला जाता है। इस घोल का विद्युत विश्लेषण सरलता से हो जाता है और एलुमिनियम प्राप्त होता है।

बॉक्साइट का विद्युत विश्लेषण एक लोहे की टंकी में किया जाता है जिसमें कार्बन का अस्तर लगा हुआ होता है (चित्र 52)। यह अस्तर कैथौड का काम करता है और टंकी में लटके हुए कार्बन के ठोस ब्लाक एनोड का काम करते हैं। टंकी में चार्ज के लिए क्रायोलाइट और एलुमिना के मिश्रण काम में लाते हैं। निश्चित वोल्टेज की विद्युत धारा का निरंतर प्रवाह इस चार्ज को पिघली हुई दशा में बनाए रखता है। इस दशा में विद्युत-विश्लेषण करने से एलुमिनियम धातु तथा आक्सीजन प्राप्त होते हैं। ऊँचे तापमान के कारण एलुमिनियम पिघली हुई दशा में होता है। यह कैथौड की ओर जाकर टंकी के फ़र्श पर इकट्ठा हो जाता है। आक्सीजन कार्बन एनोड पर जाती है और वहाँ कार्बन को जलाकर

कार्बन डाइआक्साइड बनाती है। इस प्रकार इस विधि में ऐनोड लगातार जलता रहता है और कुछ समय पश्चात एनोड बदलना आवश्यक हो जाता है। एलुमिनियम समय-समय पर पिघली क्रायोलाइट पर जलती रहती है। द्रवित क्रायोलाइट केवल विलायक का काम कर देता है और वह इस विधि में खर्च नहीं होता है। इसलिए केवल एलुमिना समय-समय पर पिघली क्राइयोलाइट में मिलाते रहते हैं। इस विधि को **विद्युतीय अपचयन** कहते हैं।

चित्र 52. एलुमिनियम का निष्कर्षण

एलुमिनियम एक सक्रिय धातु है। परंतु हवा में यह एक पतली और मज़बूत आक्साइड की फ़िल्म से ढक जाती है, जो इसके आक्सीकरण को आगे बढ़ने से रोक देती है।

शुद्ध एलुमिनियम विद्युत के तार बनाने में काम आता है। उद्योगों तथा घरेलू उपयोग में एलुमिनियम के मिश्र धातुओं का बहुत-ही महत्त्वपूर्ण स्थान है, क्योंकि यह हल्की भी होती है और मज़बूत भी। इसकी मज़बूती स्टील से मिलती जुलती है। एलुमिनियम की मिश्रधातु के इन गुणों के कारण वायुयान बनाने में इसका बहुत उपयोग होता है। एलुमिनियम के महत्त्वपूर्ण मिश्र धातुओं में से एक 'ड्यूरेलमिन' या 'ड्यूराल' है। एलुमिनियम के अलावा ताँबा और थोड़ी मात्रा में मैग्नेशियम, मैंग्नीज़ और लोहा होता है। विभिन्न उद्योगों में भी एलुमिनियम के मिश्र धातु का उपयोग किया जाता है। गाड़ियों के डिब्बे, नाइट्रिक एसिड को संचय तथा स्थानांतर के लिए काम आने वाली टंकियाँ (सांद्र नाइट्रिक एसिड से एलुमिनियम प्रभावित नहीं होता), मशीन के पुर्ज़े, ट्यूब, पाकशाला के पात्र आदि एलुमिनियम के मिश्रधातु से बनाए जाते हैं।

ताँबा

ताँबा विशेष लाल रंग लिए एक चमकदार धातु है। इसका आपेक्षिक घनत्व 8.9 है। यह फाइल से या विशेष आरी से काटा जा सकता है। ताँबा भी घातवर्धनीय और तन्य धातु है। इससे पतले तार और चादरें बनाई जा सकती हैं। गुणों के आधार पर

ताँबे के बहुत-से दैनिक उपयोग हैं। विद्युत के तार, डायनॉमो और विद्युत की मोटर के तार के बनाने में ताँबा काम में लाया जाता है। इस काम के लिए शद्ध ताँबे की आवश्यकता होती है। इसी कारण से निष्कर्षण से प्राप्त ताँबे का शोधन किया जाता है। उद्योग में ताँबे की मिश्रधातु का व्यापक रूप से उपयोग होता है। इनमें पीतल और काँसा बहुत-ही महत्त्वपूर्ण है।

पीतल

ताँबा और जस्त को मिलाकर मिश्रधातु पीतल बनाया जाता है। इसका रंग सुनहरा पीला होता है और यह ताँबे से अधिक कड़ा होता है। पीतल का उपयोग बालबियरिंग और ट्यूब के बनाने में तथा मशीन के पुर्ज़े, दाँतेदार पहिए, प्रोपेलर और बहुत-सी घरेलू वस्तुएँ जैसे पाकशाला के बर्तन, दरवाज़ों के हैंडल और पानी के टैप आदि बनाने में होता है।

काँसा

ताँबा, टिन और अन्य धातुओं को मिलाकर मिश्रधातु काँसा बनाया जाता है। यह पीतल से अधिक चमकदार होता है। औटोमोबाइल और ट्रेक्टरों के पुर्ज़े, स्टीमइंजन के बायलर को बनाने में काँसा काम आता है। यह धातु की मूर्तियाँ और अन्य यादगार की वस्तुएँ और कलात्मक वस्तुओं के बनाने में आता है।

चाँदी

चाँदी एक चमकदार सफ़ेद धातु है। यह अत्यंत घातवर्ध्य और तन्य धातु है। ताँबे के साथ यह आसानी से मिश्रित हो जाता है। चाँदी ताप और विद्युत की उत्तम चालक है।

ताँबे को मिलाकर बनाया गया चाँदी की मिश्रधातु का उपयोग सिक्के तथा आभूषणों के बनाने में होता है। चाँदी के वर्क का उपयोग औषधि के रूप में होता है, चाँदी दर्पण बनाने और दाँतों को भरने के काम में भी आती है। फ़ोटोग्राफ़ी, विद्युत लैम्प तथा औषधि आदि बनाने में चाँदी के लवणों का उपयोग किया जाता है।

गृह कार्य

(क) सीसे और टिन को मिलाकर एक मिश्रधातु बनाओ जिसका उपयोग टाँक लगाने में होता है। इसके लिए 2 ग्राम सीसा और 4 ग्राम टिन लो। टिन एक लोहे की घड़िया में लेकर फूँकनी की सहायता से गैसबर्नर या स्प्रिटलैम्प की लौ पर गरम करो। अब इसमें सीसा डालकर एक लोहे के तार द्वारा हिला दो। चिमटी की सहायता से घड़िया को लौ से अलग कर लो। घड़िया के द्रव को अब थोड़ी मात्रा में लोहे के बर्तन में रखे पानी के

अंदर डालो। इस प्रकार प्राप्त मिश्रधातु के छोटे-छोटे टुकड़ों को अलग कर लो और अपने स्कूल वर्कशाप की वस्तुओं पर टाँका लगाने के लिए इनका उपयोग करो।

(ख) स्थानीय कारखानों या वर्कशाप में जा कर मालुम करो कि कौन-से रंगीन धातु या उनसे प्राप्त मिश्रधातु अथवा स्टील का वहाँ पर उपयोग होता है। इनके नमूनों को स्कूल के संग्रहालय के लिए इकट्ठा करो।

प्रश्न

1. नान-फ़ेरस धातु क्या होता है ? इसके तीन उदाहरण दो और उनके गुणों और उपयोगों का भी उल्लेख करो।
2. एलुमिनियम प्राप्त करने के क्या सिद्धांत हैं ?
3. मिश्रधातु क्या है ? निम्नलिखित के गुणों और उपयोगों का वर्णन करो।
   (क) पीतल (ख) काँसा
4. टाँका क्या है ? यह कैसे बनाया जाता है ?

अध्याय 5

राष्ट्रीय अर्थ व्यवस्था में रसायन शास्त्र का महत्त्व

44. राष्ट्रीय अर्थ व्यवस्था को रसायन शास्त्र की देन

हमारी राष्ट्रीय अर्थ व्यवस्था में रसायन शास्त्र का बहुत-ही महत्त्वपूर्ण स्थान है। देश की आर्थिक व्यवस्था का शायद ही कोई ऐसा अंग होगा जहाँ रसायन शास्त्र के सूत्र की विधियों और उनसे प्राप्त पदार्थों का उपयोग न होता हो। उदाहरण के लिए, अम्ल, क्षार और लवण का उपयोग धातुओं के निष्कर्षण में, पेट्रोलियम और ईंधन के उद्योगों में, साबुन और काँच के बनाने में, और उर्वरक के उत्पादन में तथा उद्योग और खेती के काम आने वाली और बहुत-सी वस्तुओं के बनाने में होता है।

पेट्रोलियम और कोलतार का शोधन, धातुओं को शुद्ध अवस्था में प्राप्त करना, या और बहुत-सी ऐसी महत्त्वपूर्ण वस्तुओं का बनाना सल्फ़्यूरिक एसिड और इसके लवणों के बिना असंभव है।

नाइट्रोजन उर्वरक, विस्फोटक और बहुत-सी औषधियों के बनाने के लिए नाइट्रिक एसिड और इसके लवणों का उपयोग नितांत आवश्यक है।

साबुन और काँच के बनाने में, पेट्रोलियम से प्राप्त वस्तुओं (पेट्रोल, मिट्टी का तेल और अन्य ईंधन) के शोधन में, कपड़े के रंगने में, नान-फ़ेरस धातु विशेषकर एलुमिनियम के उत्पादन में, क्षार और एसिड का उपयोग बहुत ज़रूरी है।

राष्ट्रीय अर्थ व्यवस्था को और भी बहुत-से यौगिक तथा सरल पदार्थ रसायन विज्ञान से प्राप्त होते हैं। इनके कुछ उदाहरण हैं—एमोनिया, क्लोरीन, हाइड्रोजन, सल्फ़र, फ़ास-फ़ोरस, विभिन्न विलायक। इनमें से कुछ पदार्थों के उपयोगों से तुम पहले ही परिचित हो। आधुनिक उद्योगों में यह आवश्यक है कि बहुत-से कामों के लिए पदार्थ बिल्कुल शुद्ध हों। कुछ विरल धातु जैसे टाइटेनियम, ज़िरकोनियम और जरमेनियम और उनके यौगिकों की शुद्ध अवस्था में आवश्यकता होती है। ये रेडियो और टेलिविज़न बनाने तथा आणविक उद्योगों के काम आने वाले सूक्ष्म यंत्रों के बनाने में प्रयुक्त होते हैं। रसायन शास्त्र के अध्ययन द्वारा हम ऐसे विरल पदार्थों को शुद्ध अवस्था में प्राप्त कर सकते हैं।

आजकल बिल्कुल नए गुणों वाले पदार्थों का उत्पादन भी बहुत-ही महत्त्वपूर्ण हो गया है। आधुनिक उद्योग धंधों में ऐसे पदार्थों की आवश्यकता होती है जो कि न केवल कठोर और मज़बूत हों, वरन् साथ ही साथ हल्के और जंगरोधक भी हों, और उनका उपयोग कम अथवा अधिक तापमान पर हो सके। इन सब बातों के अतिरिक्त ये पदार्थ सस्ते और आसानी से प्राप्त भी हो सकते हैं। धातु, लकड़ी तथा पत्थर में ऐसे अनोखे गुणों का पाया जाना असंभव है। रसायन शास्त्र हमको ऐसा पदार्थ प्रदान करने में सहायक रहा है।

तुम पहले ही प्लास्टिक की बनी हुई कुछ वस्तुओं से परिचित हो। ऐसी वस्तुएँ घरों में भी काम आती हैं स्कूल में भी। मोटरकार, रेलगाड़ी बनाने में, वर्कशाप आदि कृषि फ़ार्म में, प्लास्टिक की बनी वस्तुएँ काम में आती हैं। ये अधिक अणुभार वाले पदार्थ (पॉलीमर) जिनको **'प्लास्टिक'** कहते हैं, कार्क से भी हल्के और इस्पात से भी अधिक कठोर हो सकते हैं। वे एसिड के प्रतिरोधी तथा पारदर्शी अथवा अपारदर्शी हो सकते हैं। आजकल राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था का कोई अंग ऐसा नहीं है जिसमें प्लास्टिक का उपयोग नहीं होता। मशीनों के पुर्ज़े और नल, जहाज़, मोटरकार तथा वायुयान, पाकशाला के बर्तन और अन्य घरेलू वस्तुओं के बनाने में प्लास्टिक का उपयोग बढ़ता जा रहा है। उपगृह, राकेट तथा अंतरिक्ष यान आदि के उत्पादन में प्लास्टिक का महत्त्वपूर्ण उपयोग है। नान-फ़ेरस धातुओं के स्थान पर प्लास्टिक का उपयोग अधिकाधिक बढ़ता जा रहा है। प्लास्टिक धातु से हल्की होती है और इस कारण धातु की किसी मात्रा के मुक़ाबले उतने ही भार प्लास्टिक से अधिक वस्तुएँ बनाई जा सकती हैं। उदाहरण के लिए 5 टन नान-फ़ेरस धातु के स्थान पर केवल एक टन प्लास्टिक से काम चल सकता है। प्लास्टिक और उनसे बनी वस्तुओं का उत्पादन धातु और उनसे बनी वस्तुओं के उत्पादन से सस्ता है। एक टन निकेल प्राप्त करने के लिए 200 टन अयस्क की आवश्यकता होती है। परंतु एक टन प्लास्टिक बनाने के लिए केवल डेढ़ या दो टन बहुत सस्ते कच्चे माल की आवश्यकता होती है। मशीनों के बहुत-से धात्विक पुर्ज़े ढाल कर बनाए जाते हैं, किंतु उनको बिल्कुल सही नाप के अनुसार तैयार करने के लिए मशीनों से काम लेना पड़ता है। प्लास्टिक की बनी तैयार चीज़ें किसी विशेष विधियों के बिना ही सीधे काम के लिए प्राप्त की जा सकती हैं।

रासायनिक उद्योगों द्वारा आजकल विभिन्न प्रकार की हज़ारों वस्तुएँ बनाई जा रही हैं जिनसे उद्योगों को करोड़ों रुपयों की आमदनी होती है।

कौन-से ऐसे कच्चे पदार्थ हैं जिनसे सुंदर प्लास्टिक बनाए जाते हैं? प्लास्टिक प्राप्त करने के लिए कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, चूना पत्थर, साधारण नमक, लकड़ी, पौधों अथवा खेतों से प्राप्त बेकार पदार्थ (जैसे—भूसा और पौधों के डंठल) व्यापक रूप से काम में आते हैं।

प्राकृतिक पदार्थों के स्थान पर समान या उन्नत गुण वाले कृत्रिम पदार्थों के बनाने में रसायन शास्त्र की देन है। उदाहरण के लिए रबड़ पेड़ों से प्राप्त किया जाता है। भारत, लंका, मलेशिया और सिंगापुर उन देशों में से हैं जहाँ रबड़ का उद्योग काफ़ी विकसित है। वैज्ञानिकों ने कृत्रिम रबड़ की भी खोज की है। आजकल दुनिया में कई प्रकार के कृत्रिम रबड़ उपलब्ध हैं। कृत्रिम रबड़ के उत्पादन के कारण प्राकृतिक रबड़ के व्यापार पर आघात पहुँचता है। रबड़ से लगभग 40 हज़ार अलग-अलग तरह की वस्तुएँ बनाई जाती हैं। इस-लिए किसी देश की अर्थ व्यवस्था में इसका स्थान महत्त्वपूर्ण है।

नए प्रकार के रेशे और वस्त्र बनाने में भी रसायन शास्त्र का बहुत ही महत्त्वपूर्ण स्थान है। आजकल सेलुलोज़ (लकड़ी के रेशे) से बहुत मज़बूत और सुंदर कपड़ा बनाया जा सकता है। एक टन लकड़ी से 1500 मीटर कृत्रिम रेशम प्राप्त किया जा सकता है। उतना ही प्राकृतिक रेशम प्राप्त करने के लिए हमको क़रीब 5 लाख रेशम कीट पालने की आवश्यकता होगी।

पेट्रोलियम, कोयला और प्राकृतिक गैस से हम कृत्रिम ऊन और फ़र प्राप्त कर सकते हैं। कृत्रिम रेशे प्राकृतिक रेशे से कहीं अधिक मज़बूत और टिकाऊ होते हैं। ये कीड़ों द्वारा आसानी से नष्ट नहीं होते।

हज़ारों टन तेल और वसा का उपयोग साबुन बनाने में किया जाता है। कपड़ा धोने के साबुन से भी अधिक उपयोगी कृत्रिम पदार्थ **डीटरजेन्टस** हैं जो पेट्रोलियम से बनाए जाते हैं। इस प्रकार तेल और वसा का उपयोग साबुन बनाने में न करके खाद्य के रूप में किया जा सकता है। यदि रसायन शास्त्र की सहायता से साबुन के स्थान पर अधिक डीटर-जेन्ट बनाकर इस तेल और वसा का उपयोग खाद्य के रूप में कर सकें तो देश की खाद्य समस्या कम हो सकती है।

अभी तक कृत्रिम रबड़ केवल एल्कोहल से बनाया जाता था और यह एल्कोहल अनाज या गुड़ से प्राप्त होता है जो महत्त्वपूर्ण खाद्य पदार्थ हैं। एल्कोहल के स्थान पर पेट्रोलियम की गैस से कृत्रिम रबड़ का बनाना आजकल संभव हो गया है। इस प्रकार और अधिक खाद्य पदार्थ खाने के लिए उपलब्ध हो सकता है।

खेती में भी रसायन शास्त्र का बहुत महत्त्वपूर्ण स्थान है। उदाहरण के लिए रासाय-निक कारख़ानों में विभिन्न प्रकार के खनिज उर्वरक बनाए जाते हैं। इनके अतिरिक्त रासायनिक उद्योगों में कीट-नाशक औषधियाँ, पौधों के वृद्धि उद्दीपक पदार्थ, पेड़ों की बीमारी और उन्हें हानि पहुँचाने वाले जीवों को मारने के लिए अनेक पदार्थ बनाए जाते हैं। रासायन शास्त्र की सहायता से खेती की उपज बढ़ाने के लिए रासायनिक पदार्थों का बहुत ही महत्त्व है।

इमारतें बनाने के क्षेत्र में भी रासायन शास्त्र का बहुत महत्त्वपूर्ण स्थान है। इसके द्वारा चूना, सीमेन्ट, ईंट और रंग आदि इमारतें बनाने में काम आने वाले पदार्थ उपलब्ध होते हैं। इमारती काम में प्लास्टिक का भी उपयोग होता जा रहा है। उदाहरण के तौर पर फ़ोम प्लास्टिक बहुत हल्का, मज़बूत और तापरोधी पदार्थ है। दरवाज़े, खिड़की के फ्रेम आदि वस्तुओं के बनाने में भी अनेक प्रकार के प्लास्टिक काम में आते हैं।

ईंधन के उद्योग में भी कोयला और पेट्रोलियम से कोक, गैस, पेट्रोल और अन्य प्रकार के ईंधन प्राप्त होते हैं। अयस्कों से धातु को प्राप्त करने की विधि में रासायनिक प्रक्रिया का प्रमुख स्थान है।

कपड़ा उद्योग, खेती का उद्योग, काँच आदि उद्योग में भी रसायन शास्त्र का महत्त्वपूर्ण स्थान है। यह ऐसे कृत्रिम पदार्थ उपलब्ध करता है जो प्राकृतिक पदार्थों के मुक़ाबले कहीं अधिक सस्ते और अच्छे होते हैं। ऐसा ही क्यों रसायन शास्त्र ऐसे पदार्थ बनाने में सफल हो सका है जो प्रकृति में बिल्कुल नहीं पाए जाते। उदाहरण के तौर पर प्लास्टिक, कृत्रिम रेशे और विभिन्न दवाइयाँ। वास्तव में हम कह सकते हैं कि रसायन शास्त्र राष्ट्रीय अर्थ व्यवस्था के सभी अंगों के विकास में बहुत महत्त्वपूर्ण स्थान रखता है।

पारिभाषिक शब्द-कोश

अकार्बनिक	Inorganic
अग्नि निवारक	Fire extinguisher
अधात्विक	Non-metallic
अनबुझा चूना	Quicklime
अनीलीकरण	Annealing
अपचयन	Reduction
अपररूप	Allotrope
अपररूपता	Allotropy
अभिकर्मक	Reagent
अभिशोषण	Absorption
अम्लीय लवण	Acid salt
अयस्क	Ore
अवक्षेप	Precipitate
अविलेय	Insoluble
आक्सीकरण	Oxidation
उदासीनीकरण	Neutralization
उद्दहन	Deflagration
उभय अपघटन	Double decomposition
उत्कृष्ट धातु	Noble metal
उर्वरक	Fertiliser
ऊष्मा विनिमय सिद्धांत	Principle of heat exchange
एकक्षारकी	Monobasic
कार्बनिक	Organic
कीटनाशक	Insecticide
क्षारकता	Basicity
खाद	Manure
गालक	Flux
गुणांक	Index
घड़िया	Watch glass

घातवर्धनीयता	Malleability
घातवर्ध्य	Malleable
चालक	Conductor
जलयोजन	Hydration
जैविक	Organic
ज्वाला	Flame
तन्य	Ductile
तन्यता	Ductility
त्रिक्षारकी	Tribasic
द्विक्षारकी	Dibasic
धातुमल	Slag
धात्विक	Metallic
धावन बोतल	Wash bottle
धावन सोडा	Washing soda
निक्षेप	Deposit
पोषक तत्त्व	Nutrient
मिश्रधातु (धातुसंकर)	Alloy
वात-भट्टी	Blast furnace
वाष्पन	Evaporation
विघटन	Decomposition
विपरीत धारा का सिद्धांत	Counter current principle
विलयन	Solution
विलायक	Solvent
विलेय	Soluble
विश्लेषण	Analysis
विस्थापन	Substitution
वीड	Weed
वृद्धि उद्दीपक	Growth stimulators
शमन	Quenching
शुष्क आसवन	Dry distillation
शुष्क बर्फ़	Dry ice
संक्षारण	Corrosion
संघटन	Composition

संतुलित	Balanced
संयोजन	Combination
सक्रिय	Activated
सक्रियता माला	Activity series
स्थानांतरण	Displacement

टिप्पणियाँ

टिप्पणियाँ